PERSISTENTE INSEKTIZIDE UND PCB's IN NAHRUNGSMITTELN VON KAMERUNISCHEN WOCHENMÄRKTEN

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Philosophie
der Philosophischen Fakultät
der Universität des Saarlandes

vorgelegt von

MAMERT FLORENT LOE

aus Bëon (KAMERUN)

Saarbrücken

1987

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547023_0003

PERSISTENTE INSEKTIZIDE UND PCB's IN NAHRUNGSMITTELN VON KAMERUNISCHEN WOCHENMÄRKTEN

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Philosophie
der Philosophischen Fakultät
der Universität des Saarlandes

vorgelegt von

MAMERT FLORENT LOE

aus Béon (KAMERUN)

Saarbrücken

1987

Der Dekan: Prof. Dr.Reinhard Schneider
Berichterstatter: Prof. Dr. Paul Müller
Priv. Doz. Dr. Peter Nagel
Tag der letzen Prüfungsleistung: 24. November 1987

Meinen Eltern
in Dankbarkeit gewidmet

Gedruckt mit Unterstützung des Deutschen
Akademischen Austauschdienstes.

Danksagung

Hiermit möchte ich mich bei allen, die mir für das Zustandekommen dieser Arbeit geholfen haben, sehr herrlich bedanken. Insbesondere denke ich an Herrn Prof. Dr. Paul Müller, nicht nur für die Vergabe des Themas, sondern auch für seine wertvollen Vorschläge und Ratschläge. Ebenso denke ich an Herrn Priv. Doz. Peter Nagel.Für Mithilfe bei Laboranalysen möchte ich mich bei Herren Dr. Joachim Krüger, Wolfgang Molter und Michael Konzmann bedanken. Ein größter Dank möchte ich Frl. Ruth Ngoo und Jasmina Duda für ihre Vorschläge und Hilfsbereitschaft aussprechen. Zuletzt möchte ich mich bei dem DAAD bedanken für die finanzielle Unterstützung, die mir gegeben wurde.

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1	Einleitung und Problemstellung	1
2	Material und Methoden	6
2.1	Probenahme und Standorte	6
2.2	Untersuchte Pestizide und polychlorierte Biphenyle	6
2.2.1	Pestizide	6
2.2.1.1	DDT und seine Metaboliten	7
2.2.1.2	Hexachlorcyclohexan (HCH)	7
2.2.1.3	Heptachlor und Heptachlorepoxid	8
2.2.1.4	Aldrin	9
2.2.1.5	Dieldrin	9
2.2.1.6	Endrin	10
2.2.1.7	Hexachlorbenzol (HCB)	10
2.2.1.8	Endosulfan	11
2.2.2	Polychlorierte Biphenyle (PCB's)	11
2.3	Analytische Methoden	12
2.3.1	Eingesetzte Geräte und Reagenzien	12
2.3.2	Extraktion des Materials	14
2.3.3	Reinigung oder „Clean up" des Rohextraktes	15
2.3.3.1	Gelchromatographie	15
2.3.3.2	Säulenchromatographie	17
2.3.4	Gaschromatographie	18
3	Untersuchungsergebnisse	27
3.1	Rückstände in kamerunischen Nahrungsmitteln	27
3.1.1	Pestizide in pflanzlichen Nahrungsmitteln	27
3.1.2	Pestizide in tierischen Nahrungsmitteln	36
3.1.3	Biomonitoring mit Hühnereiern (Pestizide und PCB's)	41
3.1.4	Rückstände in kamerunischen Nahrungsmitteln und die Höchstmengenverordnung in der Bundesrepublik Deutschland	46

3.2	Ruckstände in saarländischen Nahrungsmitteln (Stichproben in Wochenmärkten)	52
3.2.1	Pestizide und PCB's in pflanzlichen Nahrungsmitteln	52
3.2.2	Pestizide und PCB's in tierischen Nahrungsmitteln	59
3.2.3	Rückstände in saarländischen Nahrungsmitteln und die Höchstmengenverordnung in der Bundesrepublik Deutschland	67
4	Vergleich der kamerunischen und saarländischen Rückstandswerte	69
5	Diskussion der Befunde	76
6	Allgemeine Betrachtung zum Pestizideinsatz in den Tropen	93
7	Zusammenfassung	101
8	Anhang	104
9	Literaturverzeichnis	112

1 EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Die Nahrungsmittelproduktion hat weltweit in den letzten 20 Jahren um 70 % zugenommen (THIER und FREHSE, 1986). Dennoch klafft zwischen Nahrungsmittelbedarf und Populationsentwicklung der Weltbevölkerung eine deutliche Lücke. Die Weltbevölkerung wuchs allein in dem Zeitraum von 1963 bis 1982 um 1,4 Milliarden (45 %) Menschen. Mehr als 2/3 davon leben heute in den Ländern der Dritten Welt. Das hat zu einer Verschärfung der bereits bestehenden Ernährungsprobleme in diesen Regionen geführt. Trotz großer Anstrengungen zur Verbesserung der landwirtschaftlichen Produktion, werden nur wenige Länder agrarwirtschaftlich ohne Hilfe von außen lebensfähig. Starke Einbrüche der landwirtschaftlichen Produktion sind darüber hinaus insbesondere in tropischen Ländern durch den Einfluß von Krankheitserregern („Schädlingen") und Unkräutern jährlich zu verzeichnen. Das „ökologische Handicap" der Tropen (WEISCHET, 1984) macht sich nicht nur in z.T. mangelnder Nährstoffversorgung der Böden, sondern inbesondere auch durch einer agrarischen Nutzung entgegenwirkende Naturfaktoren (z.B. Schadinsekten) bemerkbar.
CRAMER (1967) vermutet, daß allein etwa 1/3 der Welternteproduktion durch „Schädlinge" zerstört wird (Tab. 1).

Tab. 1 : Welternteverluste durch „Schädlinge". (nach CRAMER, 1967)

Ursachen des Ernteverlustes	% der Weltproduktion
Insekten	12,3
Krankheiten	11,8
Unkräuter	9,7
Gesamt	33,8

Lücken in der statistischen Erfassung und regionale Besonderheiten lassen jedoch Zweifel an der Genauigkeit der Werte aufkommen (THIER und FREHSE, 1986). Das gilt insbesondere für viele Länder der Dritten Welt. Für einige von ihnen wissen wir, daß die jährliche agrarische Produktion zu fast 50 % durch Schadorganismen zerstört wird (Tab. 2).

Tab. 2: Welternteverluste (pro einzelne Gebiete) durch Schädlinge (aus UNIDO-Publikation, 1983).

Gebiete	Insekten	Krankheiten	Unkräuter	Gesamtzahl
Afrika	13,0	12,9	15,7	41,6
Asien	20,7	11,3	11,3	43,3
Zentral- u. Nordamerika	9,4	11,3	8,0	28,7
China u. UdSSR	10,5	9,1	10,1	29,7
Europa	5,1	13,1	6,8	25,0
Ozeanien	7,0	12,6	8,3	27,9
Südamerika	10,0	15,2	7,8	33,0
Welt	12,3	11,8	9,7	33,8

Deshalb ist es verständlich, daß der immer größer werdende Abstand zwischen landwirtschaftlicher Produktion und Populationsentwicklung nur durch erhebliche Anstrengungen auf agrarwirtschaftlichem Gebiet an den jeweiligen Standorten vermindert werden kann. Bis zum Jahre 2000 müssen nach Auffassung der FAO(vgl. auch THIER und FREHSE, 1986 und BÜCHEL, 1983) die Flächenerträge um 60 % und die Ausdehnung der Ackerfläche um 26 % vergrößert werden. Zusätzlich soll eine Intensitätssteigerung von 14 % erreicht werden.
Dieses ist nur auf Kosten naturnaher Ökosysteme zu erreichen. Zudem müssen insbesondere Insektizide, Herbizide und Fungizide verstärkt eingesetzt werden, um die zuvor erwähnten Verluste zu minimieren. Jeder Wirkstoff der u.a. als Pflanzenschutzmittel oder zur Bekämpfung von Krankheitsvektoren eingesetzt wird, kann die

vorhandenen naturnahen ökologischen Systeme beeinflussen, im Extremfall sogar irreversibel schädigen. Differenzierungen sind hier jedoch zwingend erforderlich, da wir es immer mit komplizierten biologischen und biochemischen Prozessen zu tun haben. Bis 1983 war statistisch eine steigende Weltproduktion und damit auch Anwendung von Pestiziden nachweisbar, wobei besonderer Zuwachs an Insektiziden in den Ländern der Dritten Welt entfalten (Tab. 3). Allerdings muß bereits jetzt darauf aufmerksam gemacht werden, daß gesichertes Zahlenmaterial schwer zugänglich ist, da es zur Zeit nur über Industriefirmen und die jeweiligen Importangaben der betroffenen Länder rückgerechnet werden kann.

Tab. 3: Eingesetzte Pestizide (ohne Herbizide) in den Entwicklungsländern (nach FAO,1969; vgl. auch IUCN, 1984).

Gebiete	Gesamtzahl der benutzten US$/ha(in Mio.)	US$/ha	Gesamtzahl der ben.US$ (in Mio.)	US$/ha	Zunahme der ben. US$(%)
Entwicklungsländer	1980		2000		1980-2000
Afrika	344	3,08	890	5,31	4,9
Ferner Osten	725	2,54	1908	5,28	5,0
Lateinamerika	749	6,30	1695	8,78	4,2
Vorderer Orient	265	4,64	607	8,17	4,2
Gesamtzahl von 90 Entwicklungsländern	2083	3,63	5100	6,41	4,6
Länder mit dem niedrigsten Einkommen	701	2,49	1949	5,38	5,2

Trotz dieses Zuwachses bleibt der Umsatz des Pestizidverbrauchs in den Ländern der Dritten Welt deutlich unter dem der Industrieländer (Tab. 4).

Tab. 4 : Verteilung des Pestizidverbrauchs von 1976 gemessen am Umsatz (nach THIER und FREHSE 1986)

Region	Umsatz (%)
Europa	39
USA/Kanada	23
Asien	19
Lateinamerika	12
Afrika	5
Australien/Neuseeland	2

Von ökologischer Bedeutung sind naturgemäß die in einzelnen Ländern der Dritten Welt eingesetzten Pestizide (qualitativ und quantitativ). Quantitative Importangaben lassen dabei nicht immer Rückschlüsse auf die in den jeweiligen Jahren ausgebrachten Mengen zu (Tab. 5).

Tab. 5 : Pestizidimporte (in Tonnen) nach Kamerun (1982-1984) und deren Kosten (in Mio. F CFA). (Nach Chambre de Commerce et d'Industrie du Cameroun 1986).

Jahr	1982		1983		1984	
Pestizid	Menge	Kosten	Menge	Kosten	Menge	Kosten
DDT	15,0	8,3	0,1	0,12	8,5	7,9
andere halogenierte Pestizide	533,3	219,9	769,0	314,6	573,3	250,4
Gesamt	548,3	228,2	769,1	314,72	581,8	258,3

Ökotoxikologisch wesentlich ist das ökosytemare Verhalten der unterschiedlichen Pestizide. Von besonderem Interesse ist die

Kenntnis ihrer Wirkungen (akute und chronische Toxizität), Akkumulation, Metabolisierung und Ausscheidung. Aus Erfahrung sind Rückschlüsse von außertropischen Ökosystemen auf tropische Ökosysteme grundsätzlich nicht zulässig. Ein einfacher Transfer der Laborerfahrungen auf tropische Freilandbedingungen hat sich in vielen Fällen als falsch erwiesen (MÜLLER 1987). Persistente Pestizide bieten Rückstandsanalytik den Vorteil, daß ihr Verbleib in der Nahrungskette z.T. bis hin zum Menschen verfolgt werden kann . Was dazu geführt hat, daß z.B. persistente und akkumulierende Pflanzenschutzmittel in den gesundheitlichen und umweltpolitischen Diskussionen in den Mittelpunkt gerückt werden. Rasch metabolisierende Substanzen und rasch eliminierte Stoffe (u.a. Pyrethroide) können dagegen Rückstandsanalytik nur für kurze Zeit, insbesondere bei Warmblütern, nachgewiesen werden. Die Betrachtung der Wirkungsseite der einen Gruppe wird durch die Rückstände der anderen Gruppe vernachlässigt.

Mit vorliegender Untersuchung kann deshalb kein Beitrag zur Frage der Wirkung von bestimmten chlorierten Kohlenwasserstoffen und polychlorierten Biphenylen vorgelegt werden. Vielmehr bemühen wir uns orientierende Daten zur Rückstandssituation persistenter Kohlenwasserstoffe in Nahrungsmitteln von Kamerun zu liefern und diese mit Konzentrationen in Nahrungsmitteln deutscher Wochenmärkten zu vergleichen. Der Vorteil einer Probenahme auf Wochenmärkten besteht darin, daß die Produzenten, die von ihnen eingesetzten Pflanzenschutzmittel und die Verbraucher bekannt sind. Stichprobenartige Untersuchungen auf saarländischen Wochenmärkten ergänzen die Befunde und belegen, daß gesetzgeberische Maßnahmen (z.B. Anwendungsverbote für bestimmte chlorierte Kohlenwasserstoffe) heute zu einer zum Teil extrem unterschiedlichen regionalen Belastung der Erdteile geführt haben. Von den Hauptnahrungsmitteln Kameruns kommen einige naturgemäß auf deutschen Wochenmärkten nicht vor. Sie wurden dennoch analysiert, um eine Übersicht über die am stärksten belasteten Nahrungsmittel geben zu können.

2 MATERIAL UND METHODEN

2.1 Probenahme und Standorte

Von April bis Juni 1985 und im Februar 1987 erfolgten die Probenahmen in Douala und Yaoundé im Südwesten Kameruns. Die Stichproben stammten von Tagesmärkten, die wegen der Herkunft der dortigen Nahrungsmittel, repräsentativ für das ganze Land sind. Zum Vergleich wurden Nahrungsmittel in der Zeit von August bis September 1985 auf den Wochenmärkten des Saarlandes (Saarbrücken-Altstadt, Am Homburg, Dudweiler und Saarlouis) gesammelt. Folgende Nahrungsmittel[1] wurden analysiert:

KAMERUN: Erdnüsse (Kerne), Pistazien (ohne Schale), Bohnen (getrocknet und schwarz), Tomaten, Makabo (Xanthosoma saggitifolium; Araceae), Maniok (Manihot esculanta; Euphorbiaceae), Taro (Colocasia esculanta; Araceae), Kochbananen (Musa l.; Musaceae), Maiskörner (Zea mays), Palmnußschalen (Elais guineensis), Palmöl, Zwiebel (ohne Schale), Reis (ohne Schale), Knoblauch (ohne Schale), Avocado (ohne Schale und Kern), Paprika, Weißkohl, Gurke (mit Schale), Kartoffel (ohne Schale), Möhren (mit Schale), Kakaokerne (getrocknet), kaffeebohnen (gebrannt), Schweinefleisch, Hühnereier (nur Eigelb), Rindfleisch, Rinderleber, Fische und Kuhmilch (pasteurisiert).

SAARLAND: Kartoffeln, Bohnen (schwarz und getrocknet), Möhren, Paprika, Tomaten, Gurken, Zwiebeln, Knoblauch, Weißkohl, Eigelb von Hühnereiern, Fische, Schweinefleisch und Rindfleisch.

2.2 Untersuchte Pestizide und polychlorierte Biphenyle

2.2.1 Pestizide

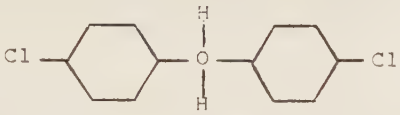
Folgende chlorierte Kohlenwasserstoffe wurden untersucht: DDT und seine Metaboliten, Heptachlor und Heptachlorepoxid, α-, ß- und

---

(1): Nur die eßbaren Teile und im Rohzustand wurden analysiert.

δ-HCH (Hexachlorcyclohexan), HCB (Hexchlorbenzol), Aldrin, Dieldrin, Endrin und Endosulfan.

2.2.1.1 DDT und seine Metaboliten



p,p´-DDT

Chemische Bezeichnungen:

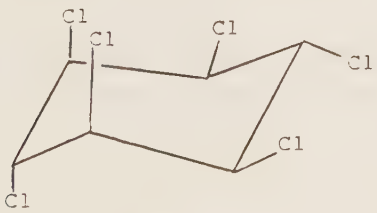
- DDT: 2,2-Bis-(4-Chlorphenyl)-1,1,1-trichlor-äthan.
- p,p´-DDD: 1,1-Dichlor-2,2-bis-(4-chlorphenyl)-äthan.
- p,p´-DDE: 1,1-Dichlor-2,2-bis-(4-chlorphenyl)-äthylen.

DDE ist das Hauptumwandlungsprodukt des DDT, das sich unter alkalischen Bedingungen und durch Chlorwasserstoff-Eliminierung bildet. Das DDT wird als Pflanzenschutzmittel benutzt; es wird jedoch am meisten gegen Krankheitsvektoren (u.a. Malaria) eingesetzt.

Seine Halbwertszeit im Boden beträgt über 30 Monate (KALTWASSER, 1967). Es besteht geringe akute Toxizität für Warmblüter. Sein LD_{50}-Wert für Ratten (oral,akut): 250-500 mg/kg KG (MÜLLER,1987; HILL und WALLER, 1982).

In der Bundesrepublik Deutschland ist die Verwendung von DDT verboten.

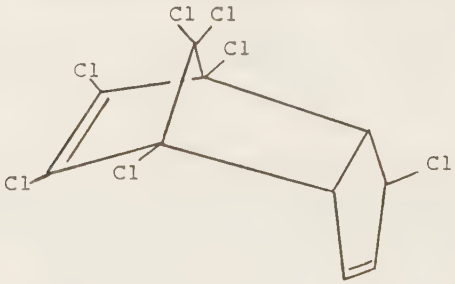
2.2.1.2 Hexachlorcyclohexan (HCH)



δ-HCH

Chemische Bezeichnung von HCH oder BHC: 1,2,3,4,5,6-Hexachlorcyclohexan.
Das technische Hexachlorcyclohexan stellt ein Gemisch verschiedener HCH-Isomere (α, β, γ, δ, ε, η) dar. Wegen seiner insektiziden Wirkung ist das γ-Isomere, auch Lindan oder Gammexane genannt, von besonderer Bedeutung.
Es wird gegen Ektoparasiten und Bodenschädlinge im Vorratschutz eingesetzt. Seine Halbwertszeit im Boden beträgt 12-20 Monate (vgl. RUPPRECHT, 1975). Sein LD_{50}-Wert für Ratten (oral, akut) liegt bei 88 mg/kg KG (HILL und WALLER, 1982) bzw. 70-200 mg/kg KG (BÜCHEL, 1977).

2.2.1.3 Heptachlor und Heptachlorepoxid

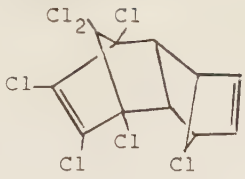


Chemische Bezeichnungen:

- Heptachlor: 1,4,5,6,7,8,8-Heptachlor-3a,4,7,7a-tetra-hydro-endo-4,7-methyleninden.
- Heptachlorepoxid: 1,4,5,6,7,8,8-Heptachlor-2,3-epoxy-3a,4, 7, 7a-tetrahydro-4,7-endo-methano-indan.

Heptachlor metabolisiert per Oxydation in Heptachlorepoxid, das eine höhere insektizide Potenz als Heptachlor besitzt. Seine biologische Halbwertszeit im Boden beträgt 8-10 Monate (EISELE, 1972). Der LD_{50}-Wert für Ratten (oral, akut) liegt bei 90-135 mg/kg KG (BÜCHEL, 1977).

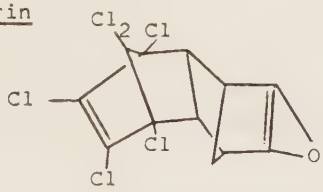
2.2.1.4 Aldrin



Chemische Bezeichnung: 1,2,3,4,10,10-Hexachlor-1,4,4a,5,8,8a-hexahydro-1,4-endo-exo-5,8-dimethano-naphtalin.

Aldrin wird meist als Bodeninsektizid eingesetzt. Seine biologische Halbwertszeit im Boden liegt bei 3-8 Monate (vgl. RUPPRECHT, 1975). Der LD_{50}-Wert für Ratten (oral,akut) beträgt 67 mg/kg KG (BÜCHEL, 1977).Aldrin oxydiert in Dieldrin.

2.2.1.5 Dieldrin

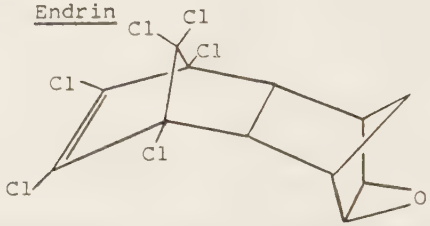


Chemische Bezeichnung: 1,2,3,4,10,10-Hexachlor-6,7-epoxy-1,4,4a, 5,6,7,8,8a-octahydro-endo-1,4-exo-5,8-dimethano-naphtalin.

Dieldrin ist gering flüchtig und besitzt eine hohe chemische Stabilität. Deshalb wird es als Insektizid mit guter Wirkungsdauer angesehen. In der Landwirtschaft wird es auch als Saatgutbeize benutzt. Regelmäßig wird es auch noch heute in den afrikanischen Tropen gegen Anopheles und Glossina-Arten eingesetzt (MÜLLER, 1987). Dieldrin ist ein Aldrin-Metabolit. Sein LD_{50}-Wert für Ratten (oral,akut) beträgt 40-87 mg/kg KG

(MÜLLER, 1987). In Deutschland ist die Verwendung von Dieldrin verboten.

2.2.1.6 Endrin



Chemische Bezeichnung: 1,2,3,4,10,10-Hexachlor-6,7-epoxy-1,4, 4a, 5,6,7,8,8a-octahydro-1,4-endo-endo-5,8-dimethano-naphtalin.

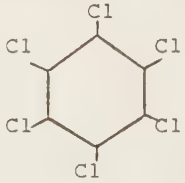
Endrin ist ein Stereoisomere des Dieldrins mit ähnlichen physikalisch-chemischen Eigenschaften. Es besitzt eine hohe Persistenz im Boden.

Der LD_{50}-Wert für Ratten (oral, akut) beträgt:

- männlich: 10-12 mg/kg KG (vgl. RUPPRECHT, 1975);
- weiblich: 5 mg/kg KG (vgl. RUPPRECHT, 1975).

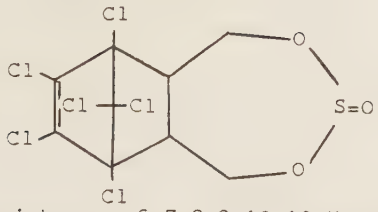
In Deutschland ist die Verwendung von Endrin verboten.

2.2.1.7 Hexachlorbenzol (HCB)



Dieses Fungizid besitzt eine hohe Stabilität und wird in Wirbeltieren akkumuliert. Als Saatbeizmittel eingesetzt, zeichnet es sich durch hohe Beständigkeit im Boden aus. Die Warmblüter-Toxizität ist gering. Der LD_{50}-Wert für Ratten (oral, akut) beträgt 3280 mg/kg KG (BÜCHEL, 1977). HCB ist in Deutschland verboten.

2.2.1.8 Endosulfan



Chemische Bezeichnung: 6,7,8,9,10,10-Hexachlor-1,5,5a,6,9,9a-hexahydro-6,9-methano-2,4,3-benzo-dioxa-thiepin-3-oxid.

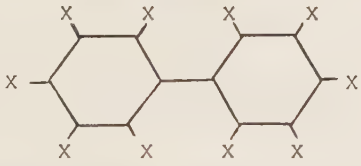
Handelsnamen: Thiodan, Malix, Cyclodan, Thimul,u.a..

Technisches Endosulfan ist ein Gemisch zweier Isomere, die sich durch die Stellung der Sulfitgruppe unterscheiden: o-Endosulfan (70 %) und ß-Endosulfan (30 %). Beide Endosulfan-Isomere liefern bei der Oxydation das entsprechende cyclische Sulfat. Dieses Sulfat tritt als Endosulfanmetabolit auf.

Eingesetzt im Ackerbau und Forst, besonders aber auch für die Bekämpfung von Tsetsefliegen in Afrika z.B. (MÜLLER, 1987).

Der LD_{50}-Wert ist ca. 100 mg/kg KG für Ratten (oral, akut); bei o-Endosulfan: 76 mg/kg KG und bei ß-Endosulfan: 240 mg/kg KG (BÜCHEL, 1977). Rascher Abbau des Wirkstoffes im Organismus, deshalb reichert sich dieses Insektizid im Warmblüter nur kurzfristig an.

2.2.2 Polychlorierte Biphenyle (PCB's)



Struktur des Polychlorbiphenyl-Moleküls. X = Clor od. Wasserstoff.

Im Handel erhältliche polychlorierte Biphenyle (im folgenden kurz PCBś genannt) sind keine chemisch reinen Substanzen, sondern Mischungen aus verschiedenen hoch chlorierten Biphenylmolekülen, die außerdem noch in mehreren isomeren Formen vorliegen können. Sie bestehen aus zwei verknüpften Benzolringen, deren Wasserstoffatome an unterschiedlich vielen Stellen durch ein Chloratom substituiert werden. Theoretisch sind 209 verschiedene Isomere möglich (FALKNER und SIMONIS, 1982).
Sie dienen als Dielektrika in Kondensatoren, als Isolier - und Kühlflüssigkeiten in Transformatoren, als Weichmacher in Lacken, Harzen und Kunststoffen wie PVC, oder als Beschichtungsmittel für kohlefreies Papier.
Bis heute gibt es keine Höchstmengenverordnung von PCBś nach deutschen Richtlinien. In den USA gelten folgende Höchstmengen in Nahrungsmitteln (ACKER, 1981) :

- Milch und Milchprodukte	1,5	mg/kg	bezogen auf Fett
- Geflügel	3	"	"
- Eier	0,3	"	"
- Fische und Schalentiere	2	"	"

2.2.3 Analytische Methoden

Die angewendeten Methoden dienen zur Gewinnung von chlorierten Kohlenwasserstoffen aus Nahrungsmitteln, die lipophil und wasserunlöslich sind. Dazu wurden Methoden eingesetzt, die von der Extraktion mit lipophilen Lösungsmitteln bis zur quantitativen gaschromatischen Bestimmung durch die Reinigung oder „clean up" mit Gelchromatographie und Säulenchromatographie reichen.

2.2.3.1 Eingesetzte Geräte und Reagenzien

Folgende Geräte wurden bei der Rückstandsanalyse eingesetzt :

Zerkleinerungsgerät (Ultraturax von Janke und Kunkel),
Porzellanmörser,
Büchnertrichter,
Saugflaschen 500 und 1000 ml,
Porzellanfilternutsche i.D. 8 und 12 cm,
Papierfilter (Schwarzband),
Meßzylinder 25, 100 und 250 ml,
Bechergläser,
Glastrichter,
Scheidetrichter mit Schliffstopfen 500 und 1000 ml,
Homogenisator, Sonorex RK 255H,
Chromatographierohre mit Fritte und Hahn i.D. 2,5 cm, Länge 37 cm,
Runkolben 250 und 500 ml,
Meßkölbchen 10 und 20 ml,
Latek-Glassäule i.D. 25,4 mm, Länge 58 cm; mit Bio-Bead S-X3-Füllung,
Gaschromatographen .

Als Reagenzien wurden folgende verwandt :

Destilliertes Aceton zur Rückstandsanalyse,
Dichlormethan zur Rückstandsanalyse,
Destilliertes Petroläther zur Rückstandsanalyse,
Destilliertes Wasser,
Gesättigte Kochsalzlösung,
Elutionsmittel 1 : Cyclohexan/Essigsäureäthylester 1/1 (V/V),
Elutionsmittel 2 : Petroläther/Dichlormethan 4/1 (V/V),
Natriumsulfat (8h auf 500°C erhitzt),
Kieselgel (desaktiviert mit 20 % Wasser) : Kieselgel 60 reinst, Korngröße 70-230 mesh (ATSM), Merck Nr. 7734,
Florisil 3 % Wasser, Korngröße 60-100 mesh Sewa Nr.21528 (8h auf 500°C erhitzt).
Kieselgel (aktiv)
Kieselgel (10% H_2O)

Nach Erhitzung wurden Kieselgel und Florisil im Exsikkator aufbewahrt. Bei dem Kieselgel wurden 80 g in einem 300 ml Erlenmeyerkolben (mit Schliff) tropfenweise mit 20 ml Wasser aus einer Bürette unter laufendem Umschwenken versetzt. Dasselbe wurde mit 97 g Florisil und 3 ml Wasser aber auch mit 90 g Kieselgel und 10 ml Wasser durchgeführt. Der Kolben wurde sofort mit einem Schliffstopfen verschlossen, 5 min. lang intensiv geschüttelt (bis Verschwinden von Klumpen) und 2 Stunden lang auf einer Schüttelmaschine geschüttelt.

2.3.2. Extraktion des Materials

Blattgemüse wurde zuerst gewaschen, Knollenfrüchte zuerst geschält. Die Probe wurde eingewogen, in einem 1 l Becherglas mit dem Messer grob zerkleinert und mit 100 ml Aceton im Zerkleinerungsgerät etwa 30 sek. lang fein zerkleinert. Das Zerkleinerungsgerät wurde mit ca. 50 ml Aceton gespült. Weitere 50 ml Aceton wurden zur Ausspülung des Becherglases und zum Nachwaschen der Filternutsche benutzt. Die Mischung wurde dann 5 min.lang im Ultraschallbad extrahiert.
Das Extrakt wurde über eine Filternutsche mit Rundfilter abgesaugt. Danach wurde es in einem 1 l-Scheidetrichter mit 250 ml destilliertem Wasser und 25 ml gesättigter wäßriger Natriumchloritslösung sowie mit 72 ml Dichlormethan geschüttelt. Hierbei erhielten wir 2 unmischbare Lösungen : die wäßrige Phase und die CH_2Cl_2-Phase (Dichlormethan-Phase).
Die wäßrige Phase wurde mit ca. 20 ml CH_2Cl_2 geschüttelt. Wir erhielten eine Zweite CH_2Cl_2-Phase, die in die erste überführt wurde.
Die so erhaltene CH_2Cl_2-Phase wurde mit 250 ml destilliertem Wasser und 25 ml gesättigter Kochsalzlösung gewaschen, das Dichlormethan abgezogen und mit einer kleinen Menge Natriumsulfat ca. 2o min. lang getrocknet und durch ein Faltenpapier

abfiltriert. Das Filtrat wurde mit ca. 5 ml Dichlormethan gewaschen. Dieses Filtrat wurde in einem Rundkolben gefangen, dessen Gewicht vorher bestimmt war.
Das Filtrat wurde am Rotationsverdämpfer bis auf ca. 1 ml eingeengt und der Rest des Lösungsmittels durch Drehen des Kolbes in der Hand entfernt. Der Kolben wurde wieder eingewogen, so daß man das fett bestimmen kann. Das Rohextrakt wurde in 10 oder 20 ml Elutionsmittel 1 aufgenommen, und in Meßkölbchen für die Gelchromatographie eingefüllt.
Die eingewogenen tierischen Proben wurden grob zerkleinert, und in einem Mörser mit Na_2SO_4 und Seesand gut verrührt. Die Menge Seesand und Na_2SO_4 richtete sich nach der Beschaffenheit der Tierprobe. Die Mischung wurde in eine Glassäule gefüllt und ca. 30 min. mit 80ml CH_2Cl_2 in einem Rundkolben extrahiert. Der Rundkolben wurde vorher ausgewogen. Das Extrat wurde auf ca. 1ml abrotiert und der Rest des Lösungsmittels durch Drehen in der Hand entfernt. Der Kolben wurde dann für die Fettbestimmung ausgewogen.
Für Hühnereier wurde ca. 5g homogenesierte Probe genommen mit 5 g Wasser versetzt und mit 15 g Kieselgel (aktiv) vermischt. Für Kuhmilch wurde ca. 10 g Probe mit 15 g Kieselgel (aktiv) vermischt.

2.3.3 Reinigung oder "Clean up" des Rohextraktes

Aus dem Rohextrakt, das außer den chlorierten Kohlenwasserstoffe und dem Fett noch andere Störkomponenten (Farbstoffe z.B.) enthält, wollen wir durch "Clean up" ein Reinextrakt mit nur CKW's gewinnen. Es gibt viele Methoden für diese Reinigung. Wir haben während unserer Arbeit 2 davon eingesetzt: die Gelchromatographie und die Säulenchromatographie.

2.3.3.1 Gelchromatographie

Die Gelchromatographie ist ein chromatographisches Verfahren zur

Trennung von Substanzgemischen nach ihrer Molekülgröße bzw. nach ihrem Molekulargewicht. Die Säule ist mit einer stationären Phase (granulierte poröse Gele) gefüllt. Die Probenmoleküle, die größer als die Poren des Materials sind, können nur durch das Volumen zwischen den einzelnen Körnern wandern. Diese Moleküle werden dann von der mobilen Phase auf dem schnellstmöglichen Weg durch die Säule transportiert.
Sind dagegen auch Moleküle anwesend, die wegen ihrer Kleinheit in alle Poren hineingelangen können, so steht ihnen das gesamte Volumen der mobilen Phase zur Verfügung. Da in den Poren die mobile Phase stagniert, bewegen sich die Moleküle dann nur durch Diffusion fort und werden gegenüber den größeren Molekulen verzögert. Das Lösungsmittel selbst tritt nicht in Wechselwirkung mit der stationären Phase: es durchfließt jedoch alle Poren. In der Gelchromatographie werden so kleine Molekule wie diejenigen des Lösungsmittels als letzte eluiert.
Sie haben die stationäre Phase vollständig durchdrungen; man nennt es "totale Permuation" (Landwirtschaftliche Forschung 32, 3,1979).

Durchführung der Reinigung

Nur die pflanzlichen Nahrungsmittel wurden in der Lateksäule gereinigt. Von dem in 10 oder 20 ml Meßkölbchen eingefüllten Teil des Rohextraktes wurden ca. 6 ml herausgenommen, in die Glasspritze eingefüllt und anschließend in die 5 ml Probenschleife gedrückt. Bei diesem Vorgang wurde das Sechswegventil auf Stellung 2 gebracht.
Stellung des Sechswentils auf Stellung 1. Bei dieser Stellung wurde die Probenschleife mit der Säule verbunden. Durch Anstellen der Pumpe wurde die Analysenlösung (5 ml) durch das Elutionsmittel 1 auf das Säulematerial gedrückt und durch die gesamte Strecke geführt.

Die erhaltenen Eluate wurden in Rundkolben aufgefangen. Durch diesen Reinigungsschritt erhält man folgende Fraktionen:

1) O bis 110 ml die sog. "Dump". Diese Fraktion enthält die Störsubstanzen (Fette, Pflanzenfarbstoffe, u.a.) und wird verworfen.

2) Von 110 bis 175 ml die sog. "Collect". Diese Fraktion enthält die gesuchten Substanzen (Pestizide und PCB's).

3) Von 175 bis 200 ml die sog. "Wash". Diese Fraktion dient zur Reinigung der Säule und wird auch verworfen.

Die 2. Fraktion wird am Rotationsverdampfer bis auf ca. 2 ml eingeengt. Die erhaltene Fraktion wird in der Säulenchromatographie weitergereinigt.

2.3.3.2 Säulenchromatographie

Für pflanzliche Extrakte wird vor dem Gebrauch die Glassäule mit etwas Elutionsmittel 2 gewaschen. Dieses Eluat wird danach verworfen. 5 g Florisil (3% H_2O) werden in die Säule eingefüllt und mit dem Elutionsmittel 2 eingeschwemmt. Das Ganze wird geschüttelt und das Eluat wird durch die Säule 2 cm über den Rand des Florisils abgeführt. Das durchlaufene Eluat wird verworfen. Ein Rundkolben, der zum Auffangen des gereinigten Extraktes dient, wird unter der Säule angebracht.

Auf die so bereitete Säule wird der aus der Gelchromatographie erhaltene Extrakt mit der Pipette unter Nachspülung mit dem Elutionsmittel quantitativ aufgetragen. Die Elution der Säule erfolgt mit 60 ml des Elutionsmittels. Das aufgefangene Eluat wird am Rotationsdampfer auf ca. 2 ml eingeengt. Dieser Rückstand wird dann pipettiert und in einem Kölbchen unter Nachspülung mit Petroläther quantitativ überführt. Das ganze wird am Rotationsdampfer auf O ml eingeengt und in 1 ml Petroläther aufgenommen. Dieser gereinigte Extrakt ist die gaschromatographische Lösung.

Bei tierischen Extrakten wurde die Steinwandter-Schüter-Methode

verwendet. Vor dem Gebrauch wird die Glassäule mit Petroläther gewaschen und anschließend das Eluat verworfen.
20 g Kieselgel (20% H_2O) werden in die Säule mit 100 ml Petroläther eingefüllt und geschüttelt. Das Lösungsmittel wird bis auf 2 cm über den Rand des Kieselgels ablaufen lassen. Dieses Eluat wurde danach verworfen. Gleichzeitig wurde einem 500 ml Rundkolben unter die Säule gestellt. 0,5 g des erhaltenen Fettes wird mit der Pipette unter Nachspülen mit Petroläther quantitativ auf die Säule aufgetragen. Die Säule wurde mit 300 ml Petroäther eluiert. Danach erfolte das Einengen am Rotationsdampfer bis auf 5 ml und das Überspülen in einen 20 ml Kölbchen. Erneut auf 0 ml einengen und mit 1 ml Petroläther aufnehmen. Diese Lösung wurde dann für die gaschromatographische Bestimmung herausgezogen.
Die Mischungen Ei/Kieselgel oder Milch/Kieselgel wurde in eine Chromatographiesäule gegeben, die vorher mit 15 g Kieselgel gefüllt wurde. Das ganze wurde mit 150 ml Elutionsmittel 2 eluiert und 110 ml Eluat wurden in einem Rundkolben gefangen. Das Eluat wurde auf ca. 2 ml am Rotationsdampfer eingeengt. Dieser Rückstand wurde dann pipettiert und in einem Kölbchen unter Nachspülung mit Petroläther quantitativ überführt. Das ganze wurde erneut auf 0 ml eingeengt und in 1 ml Petroläther aufgenommen und für die Gaschromatographie verwendet.
Die Proben mit viel Fett wurden mit 10 g Kieselgel (30% H_2O) und 125 ml Petroläther nachgereinigt vor der gaschromatographischen Bestimmung.

2.3.4 Gaschromatographie

Die Gaschromatographie ist ein Verfahren zur Trennung von Stoffgemischen, die gasförmig vorliegen oder vollständig verdampft werden können. Die Trennung erfolgt wegen der unterschiedlichen Wanderungsgeschwindigkeiten der Stoffe auf einer Strecke (mit mobiler Phase und stationärer Phase). Sowohl die mobile, als auch

die stationäre Phase können durch verschiedene Stoffe gebildet werden. Je nach ihren Eingenschaften und der Art ihrer Einwirkung auf die zu trennenden Stoffe werden verschiedene Chromatographiearten unterschieden.
Wir haben es mit einer gasförmig mobilen Phase und einer flüssig stationären Phase zu tun, was man als Verteilungsgaschromatographie bezeichnet. Bei der Durchführung der gaschromatographischen Analyse wird die ausgewählte stationäre Phase in eine Trennsäule gefüllt. Die mobile Phase fließt ständig mit konstanter Geschwindigkeit und nimmt die zu trennenden Stoffgemische, die am Säuleneingang in kleinen Mengen (1 µl z.B.) zugesetzt und gasförmig geworden sind mit in die Trennsäule. Es entsteht einer Gleichgewichtszustand zwischen beiden Phasen. In der Trennsäule werden die einzelnen Komponenten verschieden oft von der stationären Phase aufgenommen und unterschiedlich lange festgehalten. Die Komponenten wandern dadurch langsamer als die mobile Phase. Da die einzelnen Stoffe entsprechend ihren Eigenschaften unterschiedliche Geschwindigkeiten entwickeln, trennen sie sich nach und nach in mehrere Substanzzonen auf, die nach einer bestimmten Laufzeit verschiedene große Strecken in der Trennsäule zurücklegen. Die Ergebnisse erscheinen dann als Chromatogramme mit der Peakfläche, der Stoffkonzentration und der Retentionszeit.

Als Geräte wurden eingesetzt:

a) Gaschromatograph 1

Gerät: Sigma 4B (Perkin Elmer)
Säule: Glassäule, i.ø 2 mm, Länge 2 m
Säulefüllung: 1,95% OV-202+1,5% OV-17 auf Chromosorb
Ofentemperatur: 210°C
Trägergas: Argon/Methan, 1,5 ml/min
Detektor: Elektroneneinfangdetektor (ECD), 250°C

Injektortemperatur: 250°C
Injektionsvolumen: 1 µl
Schreiber: 5 cm/min

b) Gaschromatograph 2

Gerät: Sigma 1B (Perkin Elmer)
Säule: Fused-Silica-Kapillarsäule, i.ø 0,25 mm, Länge 25 m
Säulefüllung: SE-52, chemisch gebunden (df=0,25 µm)
Ofentemperatur: 60°C (1 min) ⟶ 150°C (30 C/min) ⟶ 250°C (4°C/min)
Trägergas: Helium, 0,7 bar
Detektor: ECD, 300°C
Injektortemperatur: 250°C Septumspülung
Injektionsvolumen: 1 µl, Splitlas
Schreiber: 5 cm/min

Die verwandten Gaschromatographen bestehen aus folgenden Teilen:

a) Die Trennsäulen

Sie ist ein besonders wichtiger Bestandteil. Man unterscheidet je nach Länge und Innen-Durchmesser die normale Säule von der Kapillarsäule. Für unsere Arbeit wurden beide Typen verwendet:

- Glassäule: Länge 2 m, i.D. 2 mm
- Kapillarsäule: Länge 25 m, i.D. 0,25 mm

Für die Glassäule benögtigten wir eine stationäre Phase, die besonders stabil gegen hohe Temperaturen ist. Deshalb wurde als Trägermaterial für diese Phase ein Handelspräparat aus geglühtem Kieselgur (Diatommenerde), die mit Säure gewaschen und durch Sylieren desaktiviert wurde, verwendet.
Die Kapillarsäule ergibt besonders steile und schmale Peaks. Dadurch lassen sich die Rückstände sicherer identifizieren und empfindlicher quantitativ bestimmen. Wir arbeiteten mit einer Dünnfilm-Kapillarsäule aus Quarz ("fused silica").

Die Verweildauer eines Stoffes in der Trennsäule wird Retentionszeit genannt. Die Trennbarkeit oder relative Retention von 2 Stoffen ist ihre unterschiedliche Verweildauer in der Trennsäule

$$r = \frac{t'R_1}{t'R_2}$$

$t'R_1$ = Retentionszeit des Stoffes 1

$t'R_2$ = Retentionszeit des Stoffes 2

wenn $r > 1$ oder $r < 1$ -----> Trennbarkeit beider Stoffe.

Bei $r = 1$ -----> Untrennbarkeit.

r hängt von den Gemischproben und den Eigenschaften der stationären Phase ab.

b) Das Trägergas

Die Auswahl eines Trägergases wird in den meisten Fällen vom benutzten Detektor bestimmt. Bei Verwendung empfindlicher Detektoren müssen extreme Reinheitsforderungen an das Trägergas gestellt werden. Die gebräuchlichen Trägergase während unserer Arbeit waren ein Argon/Methan-Gemisch und Helium. Aus Argon lassen sich die Elektronen wegen ihrer guten Beweglichkeit leicht an der Elektrode sammeln. Ein Zusatz von Methan verhindert die Bildung langlebiger, metastabiler Argon-Ionen, welche die eluierten Substanzen ionisieren und dadurch die quatitative Bestimmung beeinträchtigen würden.

c) Der Detektor

Der für diese Arbeit verwendete Detektor ist der Elektroneneinfangdetektor (ECD), der besonders für die Bestimmung halogenhaltiger Verbindungen (z.B. chlorierte Kohlenwasserstoffe) geeignet ist. Seine Selektivität ist relativ gering, so daß ihn

manche Autoren als nur "spezifischen" Detektor bezeichnen (vgl. THIER und FREHSE, 1986). Diese geringere Selektivität führt jedoch dazu, daß manche Begleitstoffe des Untersuchungsmaterials, die meist in wesentlich höheren Konzentrationen als die Rückstände vorliegen, ebenfalls erfaßt werden.
Dieser Detektor arbeitet mit einer radioaktiven Substanz als Ionisationsquelle (Nickelfolie in unserem Beispiel). Diese Folie sendet ß-Strahlen aus. Durch eine Wechselwirkung zwischen der ß-Strahlung und dem Trägergas entstehen positive und negative Ladungsträger. Die gebildeten thermischen Elektronen werden durch Anlegen einer Konstanten oder mit konstanter Frequenz gepulsten Gleichspannung gesammelt und ergeben den Grunstrom, der im Bereich von 10^{-8} A liegt. Wandert mit dem Trägergas eine Komponente mit Elektroneneinfang-Eigenschaften (chlorierte Komponenten z.B.) in den Detektor, so werden Elektronen von den Molekülen eingefangen und negative Ionen gebildet, die jedoch wegen ihrer geringen Beweglichkeit durch die positiven Trägergasionen entladen werden, bevor sie zur Elektrode gelangen. Die Rekombinationswahrscheinlichkeit der so entstandenen negativen Ionen ist um einvielfaches höher als die für Elektronen und positive Ionen. Durch die Wechselwirkungen verschwinden also gegenüber dem substanzfreien Zustand Ladungsträger, und der zuvor gemessene Grundstrom wird kleiner. Über einen Elektrometerverstärker können die einzelnen Zustände im Detektor angezeigt bzw. registriert werden.

2.3.4.1 Bestimmungsgrenze

a) Die Bestimmungsgrenze ist das kleinste auswertbare Signal (Peak) eines Wirkstoffes, das man am Chromatogramm für ein bestimmtes Lebensmittel erhalten kann.
Der ideale Fall wäre eine gerade Linie mit einem kleinen Peak zu bekommen. In der Praxis erhält man eine ungerade Linie besonders bei schwierig zu reinigender Matrix (Knoblauch z.B.). Deshalb

sprechen wir statt von der Nachweisgrenze von der Bestimmungsgrenze.
Nehmen wir an, wir bekommen 1 pg für Lindan am ECD. Das ist eine absolute Zahl und keine Konzentration. Jede eingeführte Injektionmenge während unserer Analysen betrugt 1 µl, was also eine Konzentration von 1 pg/µl entspricht. Die GC-Probe beträgt immer 1 ml, d.h., wir eine Umrechnung von pg in ng machen. Das gibt eine Konzentration von 1 ng/ml oder 0,001 µg/ml.
Diese Konzentration ist dann auf die gesamte Einwaage des untersuchten Lebensmittels zu beziehen. Mit 1 g Einwaage bekommen wir eine Konzentration von 1 ng/g FG. oder TG., was auch 1 µg/kg FG. od. TG. entspricht. Da wir die Ergebnisse in mg/kg FG. od. TG. ausdrücken wollen, muß dann die Konzentration 1 µg/kg in mg/kg umgerechnet werden. Das entspricht 0,001 mg/kg FG. od. TG..
Je größer die Einwaage, desto kleiner die Bestimmungsgrenze. Grob genommen sind sie so ausgedrückt :

von 0,1 bis 1,0 g ⟶ 0,001 mg/kg
von 10 bis 100 g ⟶ 0,0001 mg/kg .

Für die Festsetzung der Bestimmungsgrenze muß auch der Fettanteil verschiedener Lebensmittel betrachtet werden. Je mehr Fett eine Probe besitzt, desto kleiner die Einwaage, so daß bezogen auf den Fettanteil die Bestimmungsgrenzen aller untersuchten Proben im Bereich von 0,0001 mg/kg FG. lagen.

2.3.4.2 Eichlösung und Berechnung der Ergebnisse

Vor der Analyse wird eine Eichlösung in den Gaschromatographen eingesetzt, deren Zusammensetzung bekannt ist. Man erhält dann ein Chromatogramm mit unterschiedlichen Retentionszeiten. Die Retentionszeiten der jeweiligen Wirkstoffe werden dann zur Charakterisierung der entsprechenden Wirkstoffe in den unterschiedlichen Proben benutzt, die später in Gaschromatographen eingesetzt werden.

Die im Gaschromatogramm direkt gemessene Rückstandsmenge ist je nach Lebensmittel aus das eingewogene Frischgewicht oder den Fettgehalt (Palmöl z.B.) umzurechnen.
Die unterschiedlichen Konzentrationen verschiedener Pestizide sowie deren Retentionszeiten, die vorher durch eine Eichlösung bestimmt worden sind, und deren Flächen werden vom Computer berechnet. Die so erhaltenen Konzentrationen sind in ng/ml ausgedrückt. Sie sollen dann in mg/kg ausgegeben werden (Notwendigkeit einer Umrechnung).
Für unsere Arbeit wurden 3 Fälle unterschieden :

- tierische Nahrungsmittel, die im allgemeinen viel Fett besitzen,
- pflanzliche Nahrungsmittel mit viel Fett,
- pflanzliche Nahrungsmittel mit wenig Fett.

Die Umrechung der unterschiedlichen Wirkstoffskonzentrationen (K) erfolgte durch die Formel:

$$K = \frac{\text{Ergebnis x Faktor}}{\text{Einwaage}} ,$$

wobei Ergebnis bedeutet die vom Computer direkt errechnete Konzentration (in ng/ml).
Der Faktor könnte je nach der obigen Formel auf Fett bezogen sein, oder im Falle einer Verdünnung als Verdünnungsfaktor angegeben werden.
Einwaage bedeutet Gewicht des untersuchten Nahrungmittels.
Als Beispiel rechnen wir die Konzentration von α-HCH aus dem Chromatogramm 633 (Abb. 1) um. Es entspicht dem Chromatogramm eines kamerunischen Hühnereis.
Die vom Computer gedruckte Konzentration beträgt 2,2066 ng/ml. Als Ergebnis halten wir 2,2 ng/ml fest. Die Einwaage beträgt 16,8 g. Der Faktor wird berechnet, indem man das Verhältnis zwischen dem gesamten erhaltenen Fett und dem für die Analyse verwendeten Fett betrachtet.

$$\text{Also Faktor} = \frac{\text{gesamtes Fett}}{\text{verwendetes Fett}} = \frac{2851 \text{ mg}}{540 \text{ mg}} = 5,3$$

$$\longrightarrow K = \frac{2,2 \text{ ng} \times 5,3}{16,8 \text{ g}} = \frac{2,2.10^{-6} \text{ mg} \times 5,3}{16,8.10^{-6} \text{ kg}} = 0,69.10^{-3} \text{ mg/kg}$$

$\longrightarrow$ K = 0,00069 mg/kg FG

Da das erhaltene Fettgewicht relativ hoch war, betrachten wir nur vier Stellen nach dem Komma, so daß die Konzentration (K) des α-HCH 0,0007 mg/kg FG beträgt.

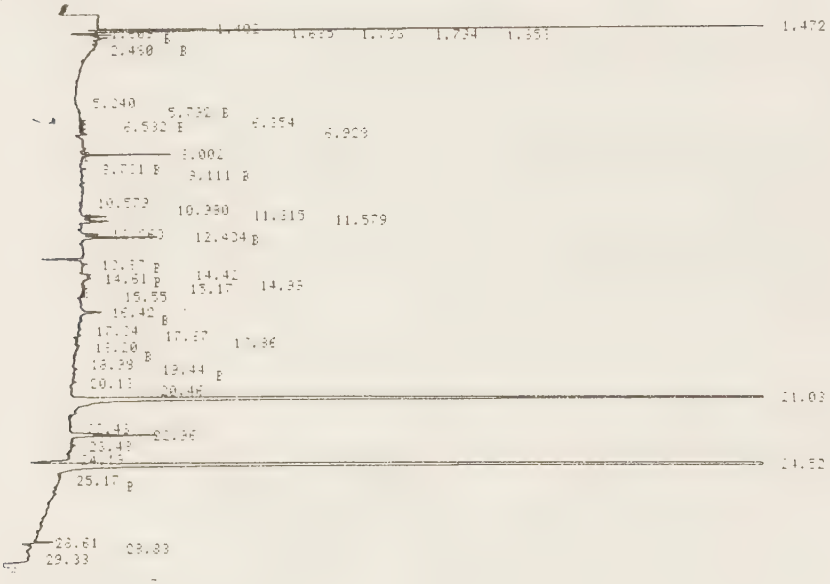
In ähnlicher Form berechnen wir die Konzentrationen aller Pestizide in den Nahrungsmitteln.

Exit Report Reint Dir Del All Delete List

REINTEGRATION WITH METHOD 1

FILE 22 RUN 1 STARTED 13:21.1 86/11/12 LOE, KAMERUN
IS METHOD 1 LAST EDITED 12:57.1 86/11/12
SMP AMT 1.0

633



REINTEGRATION WITH METHOD 1

FILE 22 RUN 1 STARTED 13:21.1 86/11/12 LOE, KAMERUN
IS METHOD 1 LAST EDITED 12:57.1 86/11/12
SMP AMT 1.0

RT	AREA	BC	RT/10	PF	NG/ML	NAME
11.115	4464		1.132	4.943054e-04	2.2066	ALPHA-HCH
11.379	7489	V	1.158	3.405299e-04	2.5501	HEXACHLORBENZOL
12.263	4661	T	1.226	1.141128e-03	5.3169	BETA-HCH
12.434	16945		1.243	4.923613e-04	8.2938	LINDAN
			1.340	5.019690e-04		HEPTACHLOREPOXID
			1.970	2.297770e-04		ALPHA-ENDOSULFAN
			2.087	6.762874e-04		DIELDRIN
21.03	838112	T	2.103	5.497035e-04	450.7174	P,P-DDE
			2.125	1.078886e-03		O,P-DDD
			2.179	6.593142e-04		ENDRIN
			2.217	4.773710e-04		BETA-ENDOSULFAN
			2.235	1.003875e-03		O,P-DDT
23.96	67700	TS	2.297	7.519145e-04	50.9045	P,P-DDD
			2.413	8.371420e-04		ENDOSULFANSULFAT
24.52	1099442	T	2.453	8.472745e-04	931.5295	P,P-DDT

8 MATCHED COMPONENTS 92.71% OF TOTAL AREA
23 UNKNOWN PEAKS > UNRET PK 7.29% OF TOTAL AREA
31 PEAKS > AREA REJECT 2241163 TOTAL AREA

KEYBOARD DIRECTED EVENTS

TIME	EVENT	VALUE
0.568	Attn	2
0.593	Attn	4

3 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

3.1 Rückstände in kamerunischen Nahrungsmitteln

143 Proben wurden in vorliegender Arbeit berücksichtigt und analysiert. Wie schon erwähnt, wurden Knollenfrüchte (Makabo, Taro, Maniok, Kartoffeln, Zwiebel, Knoblauch) sowie Kochbananen ohne Schale bearbeitet, während Paprikas, Möhren, Weißkohl und Gurken gewaschen wurden.

3.1.1 Pestizide in pflanzlichen Nahrungsmitteln

57 Proben wurden gemäß der Pflanzenschutzmittel-Höchstmengenverordnung (PHmV) untersucht. Von diesen Proben waren nur zwei ohne nachweisbar Rückstände. Bei zehn wurden die zulässigen Höchstmengen nach deutschen Richtlinien überschritten (Tab. 6).

Tab. 6 : Übersicht von Pestizidrückständen in pflanzlichen Nahrungsmitteln aus Kamerun

Nahrungsmittel	Probenzahl (n)	Anzahl der Rückstandsfreien Proben	Anzahl der Proben mit Überschreitungen der zulässigen Höchstmengen
Kakao	1	0	0
Kaffee	2	1	0
Weißkohl	1	0	0
Erdnuß	10	0	3
Pistazie	4	0	2
Möhre	1	0	0
Palmnußschale	2	0	0
Kartoffel	1	0	0
Tomate	5	0	2

Tab. 6 (Folge)

Gurke	1	0	0
Bohne	4	0	3
Zwiebel	1	0	0
Mais	2	0	0
Knoblauch	1	1	0
Palmöl	1	0	0
Taro	2	0	0
Maniok	5	0	0
Makabo	5	0	0
Kochbanane	1	0	0
Paprika	2	0	0
Avocado	2	0	0
Ananas	1	0	0
Reis	2	0	0

Die Belastung der Proben durch die analysierten Insektizide verteilt sich, wie folgt:

Hexachlorbenzol (HCB)

HCB fehlte in allen Proben.

α- und ß-HCH

35 Proben (61% der Fälle) enthielten eine oder beide Isomere. 10 Proben enthielten die beide Isomere gleichzeitig: Erdnüsse (1), Bohnen (3), Gurken (1), Möhren (1), Kochbananen (1), Paprika (1), und Tomaten (2). In den Bohnen sind die zulässigen Höchstmengen um das 2- bis 75-fache überschritten worden. 25 Proben enthielten nur α-HCH: Erdnüssen (4), Pistazien (4), Palmnüsse (1), Tomaten (3), Bohnen (1), Maniok (2), Makabo (2), Zwiebeln (1), Kartoffeln (1), Weißkohl (1), Paprika (1), Avocado (1), Reis (2) und Kaffee (1). Für α-HCH wurden in 4 Proben

die zulässigen Höchstmengen überschritten: Erdnüsse (2) und Pistazien (2).
ß-HCH trat nur in Kombination mit α-HCH auf.
Bohnen, Pistazien und Erdnüsse sind nach unseren Untersuchungen die am stärksten mit α- und ß-HCH kontaminierten Nahrungsmittel.

Lindan

In 49 Proben (86% der Fälle) wurde Lindan nachgewiesen.
Lindan ist vor allem in Pistazien, Tomaten und Bohnen zu finden.
Die für die Bundesrepublik Deutschland zulässigen Höchstmengen wurden in Pistazien (1) und Erdnüsse (1) erreicht.

Heptachlor

Heptachlor wurde in keiner Probe nachgewiesen.

Heptachlorepoxid

Nur in 3 Proben (5% der Fälle) war Heptachlorepoxid zu finden: Erdnüsse (2) und Makabo (1).

Aldrin

Aldrin fehlte in allen Proben.

Dieldrin

Das insbesondere im Norden von Kamerun als Insektizid eingesetzte Dieldrin war nur in 11 Proben nachweisbar, was 19% aller Fälle entspricht. Es handelt sich um Erdnüsse (2), Tomaten (3), Mais (1), Maniok (1), Makabo (1), Möhren (1) und Paprika (2).
Bei einer Erdnußprobe wurde die in der Bundesrepublik Deutschland zulässigen Höchstmengen erreicht.

Endrin

Nur 3 Proben enthielten diese Substanz (5% aller Fälle). Es handelte sich dabei um Tomaten, wobei 2 Proben die erlaubten Höchstmengen nach deutschen Richtlinien überschritten hatten. Die Konzentration einer diese Proben lag 24mal über den zulässigen

Höchstmengen.

o,p´-DDD und p,p´-DDD

14 Proben enthielten ein oder beide Isomere (24 % der untersuchten Proben).
Beide Isomere wurden in Erdnüssen (1), Palmnüssen (1), Mais (1), Makabo (1) und Paprika (1) gleichzeitig nachgewiesen.
6 Proben enthielten nur o,p´-DDD. Dabei handelte sich um Tomaten (5) und Reis (1).
p,p´-DDD war nur in 3 Proben zu finden: Pistazien(1), Bohnen (1) und Gurken (1).
Alle untersuchten Tomaten enthielten das o,p´-DDD.

p,p´-DDE

In 17 Proben war p,p´-DDE zu finden (30 % aller Fälle). Es handelte sich um folgende Nahrungsmittel: Erdnüsse (3), Pistazien (1), Palmnüsse (1), Tomaten (3), Bohnen (1), Palmöl (1), Maniok (1), Makabo (2), Paprika (1), Reis (2) und Kaffee (1).

o,p´-DDT und p,p´-DDT

37 Proben enthielten ein oder beide Isomere (65 % aller Fälle).
Beide Isomere traten in Erdnüssen (3), Pistazien (1), Tomaten (4), Bohnen (1), Mais (1), Makabo (1), Möhren (1), Gurken (1), Kochbananen (1), Paprika (2), Avocado (2) und Reis (2) auf.
9 Proben enthielten nur o,p´-DDT: Erdnüsse (1), Pistazien (2), Palmnüsse (1), Mais (1), Palmöl (1), Maniok (1), Makabo (1) und Weißkohl (1).
8 Proben enthielten nur p,p'-DDT: Tomaten (1), Maniok (2), Makabo (2), Taro (2) und Kaffee (1).
o,p'- und p,p'-DDT traten am häufigsten bei Pistazien und Tomaten auf. Die höchste Konzentration wurde bei einer Pistazienprobe nachgewiesen.

Endosulfan

Endosulfan wurde nur in geringen Konzentrationen nachgewiesen worden. Lediglich in 2 Tomatenproben (3% der Fälle) wurde dieses Insektizid gefunden.

Bei der vergleichenden Analyse aller Pestizide wird deutlich, daß Lindan das am weitesten verbreitete Pflanzenschutzmittel in planzlichen Nahrungsmitteln war.
Im Gegensatz zu mitteleuropäischen Proben ist das Fehlen von Polychlorierten Biphenylen besonders auffallend. Das insbesondere im Rahmen der Malaria-Bekämpfung eingesetzte DDT läßt sich naturgemäß auch in unseren kamerunischen Proben nachweisen. Bezogen auf die einzelnen Nahrungsmittel sind besonders stark Erdnüsse, Pistazien, Bohnen und Tomaten mit Pflanzenschutzmitteln kontaminiert.
Die gemessenen Einzelwerte werden in den nachfolgenden Tabellen dargestellt.

Tab. 8: CKW-Rückstände (mg/kg) in Erdnüssen, Pistazien, Palmnüssen und Kochbananen (Yaoundé, Douala und Garoua, 1987).

Pestizid / Nahrungsmittel		α-HCH	ß-HCH	Lindan	Heptachlorepoxid	Dieldrin	ΣDDT
PHmV		0,02	0,02	0,1	0,01	0,01	0,1
Erdnüsse	1	n.n.	n.n.	0,005	n.n.	n.n.	n.n.
	2	0,060	0,004	0,040	n.n.	n.n.	n.n.
	3	0,045	n.n.	0,020	n.n.	n.n.	n.n.
	4	n.n.	n.n.	0,030	n.n.	<0,001	0,009
	5	0,010	n.n.	0,030	n.n.	0,010	0,006
	6	n.n.	n.n.	0,040	n.n.	n.n.	0,007
	7	0,005	n.n.	0,010	n.n.	n.n.	n.n.
	8	n.n.	n.n.	0,005	n.n.	n.n.	n.n.
	9	0,020	n.n.	0,900	0,004	n.n.	0,022
	10	n.n.	n.n.	0,015	0,004	n.n.	n.n.
Pistazien	1	0,010	n.n.	0,010	n.n.	n.n.	0,001
	2	0,005	n.n.	0,020	n.n.	n.n.	0,020
	3	0,045	n.n.	0,025	n.n.	n.n.	n.n.
	4	0,125	n.n.	0,105	n.n.	n.n.	0,050
Palmnüsse	1	n.n.	n.n.	0,0060	n.n.	n.n.	0,0350
	2	0,005	n.n.	0,005	n.n.	n.n.	0,050
Kochbananen		<0,0001	<0,0001	0,0002	n.n.	n.n.	0,0002

Tab. 9: CKW-Rückstände (mg/kg FG) in Bohnen, Tomaten, Gurken und Paprikas (Douala, Foumbot, Yaoundé und Limbé, 1987).

Nahrungsmittel / Pestizid		α-HCH	ß-HCH	Lindan	Dieldrin	Endrin	ΣDDT	Endosulfan
PHmV		0,02	0,02	1,5	0,01	0,01	0,1	1,0[a]
Bohnen	1	0,010	n.n.	0,004	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	2	1,50	0,065	0,475	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	3	1,35	0,045	0,255	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	4	2,10	0,235	0,820	n.n.	n.n.	0,085	n.n.
Tomaten	1	0,0015	0,0001	0,0030	<0,0001	0,0085	0,0005	n.n.
	2	0,0050	0,0004	0,0070	0,0004	0,245	0,0012	n.n.
	3	0,0015	n.n.	0,0015	0,0002	0,0380	0,0017	n.n.
	4	0,0060	n.n.	0,0080	n.n.	n.n.	n.n.	0,010
	5	0,0055	n.n.	0,0030	0,0002	n.n.	0,0016	0,060
Paprika	1	0,0045	0,0002	0,0020	<0,0001	n.n.	0,0004	n.n.
	2	0,0040	n.n.	0,0030	0,0002	n.n.	0,0016	n.n.
Gurken		0,0135	0,0020	0,0060	n.n.	n.n.	0,0010	n.n.

(a) : nur für Gemüse (PHmV 1982)

Tab. 10 : CKW-Rückstände (mg/kg FG) in Makabo, Maniok und Taro (Douala und Yaoundé, 1987).

Nahrungsmittel / Pestizid		α-HCH	Lindan	Dieldrin	∑DDT	Heptachlor-epoxid
PHmV		0,02	1,5	0,01	0,1	0,01
Makabo	1	n.n.	0,0005	<0,0001	n.n.	n.n.
	2	0,0003	0,0010	n.n.	0,0001	n.n.
	3	n.n.	0,0010	n.n.	0,0002	n.n.
	4	n.n.	0,0005	n.n.	0,0040	0,0005
	5	n.n.	n.n.	n.n.	0,0005	n.n.
Maniok	1	n.n.	0,0010	0,0001	n.n.	n.n.
	2	0,0002	0,0003	n.n.	n.n.	n.n.
	3	0,0002	0,0015	n.n.	0,0004	n.n.
	4	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	5	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Taro	1	n.n.	n.n.	n.n.	0,0005	n.n.
	2	n.n.	n.n.	n.n.	0,0010	n.n.

Tab. 11 : CKW-Rückstände (mg/kg FG) in Zwiebeln und Kohl (Douala,1987).

Nahrungsmittel / Pestizid	α-HCH	Lindan	∑DDT
PHmV	0,02	2,0	0,1
Zwiebel	0,010	0,015	n.n.
Kohl	0,0010	0,0003	0,0002

Tab. 12: CKW-Rückstände (mg/kg FG) in Ananas und Avocado (Douala,1987).

Pestizid / Nahrungsmittel		∝-HCH	Lindan	∑DDT
PHmV		0,02	1,5	0,1
Avocado	1	0,0005	0,0010	0,0005
	2	n.n.	0,0010	0,0008
Ananas		n.n.	0,0005	n.n.

Tab. 13: CKW-Rückstände (mg/kg TG) in Kakao und Kaffee (ONCPB; Douala, 1987).

Pestizid / Nahrunsgmittel	∝-HCH	Lindan	∑DDT
PHmV	0,2	0,5	1,0
Kaffee Robusta	0,003	0,005	0,013
Kaffee Arabica	n.n.	n.n.	n.n.
Kakao	n.n.	0,050	n.n.

3.1.2 Pestizide in tierischen Nahrungsmitteln

14 analysierte Proben wiesen Pflanzenschutzmittelreste auf, die jedoch in keinem Fall über den zulässigen Höchstmengen nach deutschen Richtlinien lagen (Tab. 14).

Tab. 14: Übersicht von Pestizidrückständen in tierischen Nahrungsmitteln.

Nahrungsmittel	Proben-zahl(n)	Anzahl der Rück-standsfreien Proben	Anzahl der Proben mit Überschreitun-gen der zulässigen Höchstmengen
Fische	4	0	0
Schweinefleisch	2	0	0
Rindfleisch	3	0	0
Rinderleber	3	0	0
Kuhmilch (pasteurisiert)	2	0	0

Die Rückstandssituation der Pflanzenschutzmittel in diesen Nahrungsmitteln läßt sich, wie folgt, beschreiben:

Hexachlorbenzol

HCB fehlte in allen Proben.

α- und ß-Hexachlorcyclohexan

10 Proben enthielten ein oder beide Isomere.
2 enthielten nur α-HCH: Rindfleisch und Schweinefleisch.
Nur ß-HCH wurde in einer Rindfleischprobe nachgewiesen.
Beide Isomere wurden gleichzeitig in 7 Proben gefunden: Fische (1), Rinderleber (3), Schweinefleisch (1) und Kuhmilch (2).

Lindan

Lindan wurde in allen Proben nachgewiesen.

Heptachlor

Heptachlor fehlte in allen Proben.

Heptachlorepoxid

In 7 Proben war Heptachlorepoxid zu finden: Fische (2), Rindfleisch (2), Rinderleber (1) und Kuhmilch (2). Die Konzentrationen sind jedoch sehr niedrig.

Aldrin

Aldrin wurde nur in einer Rinderleberprobe nachgewiesen.

Dieldrin

Dieldrin konnte in 4 Proben nachgewiesen werden: Fische (1), Schweinefleisch (1), Rindfleisch (1) und Rinderleber.

Endrin

Endrin trat nur in einer Fischprobe auf.

o,p'- und p,p'-DDD

12 Proben enthielten ein oder beide Isomere.
Beide Isomere befanden sich gleichzeitig in 7 Proben: Rindfleisch (2), Rinderleber (1) und Fische (4).
o,p'-DDD allein kam in 4 Proben vor: Schweinefleisch (1), Rindfleisch (1) und Rinderleber (2).
p,p'-DDD allein wurde nur in einer Kuhmilchprobe nachgewiesen.

p,p'-DDE

12 Proben enthielten diesen DDT-Metaboliten: Fische (3), Rindfleisch (3), Schweinefleisch (1), Rinderleber (3) und Kuhmilch (2).

o,p'- und p,p'-DDT

12 Proben enthielten ein oder beide Isomere.
Beide kamen gleichzeitig in 10 Proben vor: Fische (3), Rindfleisch (3), Rinderleber (3) und Schweinefleisch (1).

o,p'-DDT allein wurde in keiner Probe nachgewiesen.
p,p'-DDT allein kam nur in den Kuhmilchproben vor.
Außer einer Schweinefleischprobe, die kein dieser DDT-Metaboliten enthielt, sind die unterschiedlichen Konzentrationen des DDT insgesamt als niedrig in diesen Nahrungsmitteln einzustufen.

Die am häufigsten auftretenden Pestizide sind Lindan, DDT und die HCH-Isomere (α und ß).
Die relativ niedrigen CKW-Konzentrationen in Marktprodukten lassen sich vergleichen mit den schon früher in bestimmten Landesteilen nachgewiesenen Konzentrationen in Wildtieren.

Tab.15.: Konzentrationen einiger Pestizide (mg/kg FG.) in Leber verschiedener Antilopen und afrikanischer Büffeln aus Kamerun (Osten von Tcholliré zwischen Mayo Rey, Mayo N'Duel und Mayo Caba)(MÜLLER,1987).

Arten	α-HCH	Lindan	Dieldrin	DDT
Cephalophus rufilatus	0,001	0,002	0,001	0,002
Cephalophus grimmia	0,002	0,002	0,001	0,003
Ourebia ourebi	0,001	0,003	n.n.	0,001
Taurotragus oryx	0,001	0,001	0,003	0,001
Kobus kob	n.n.	0,001	0,005	n.n.
Kobus ellipsiprymnus	n.n.	0,002	0,002	0,006
Redunca redunca	0,001	0,001	0,005	0,008
Alcelaphus buselaphus	0,001	0,003	n.n.	0,008
Syncerus caffer	0,001	0,003	0,001	0,005

Allerdings spiegeln diese Konzentrationen nur die mosaikartige Belastungssituation des Landes wider.
In zahlreichen Rückstandsanalysen aus agrarisch intensiv genutzten Flächen , liegen wesentlich höhere CKW-Konzentrationen vor

(vgl. MÜLLER, NAGEL und FLACKE, 1983; MÜLLER 1987). Das wird auch deutlich, wenn man Hühnereier flächendeckend auf ihre CKW-Gehalte analysiert (vgl. Kap. 3.1.3.).
In den nachfolgenden Tabellen werden die Einzelwerte der CKW-Analysen in tierischen Lebensmittel dargestellt.

Tab. 16: CKW-Rückstände (mg/kg FG) in Rindfleisch, Rinderleber und Schweinefleisch (Douala, 1987).

Pestizid / Nahrungsmittel		α-HCH	ß-HCH	Lindan	Heptachlorepoxid	Aldrin	Dieldrin	∑DDT
PHmV		0,3	0,3	2,0	0,2	0,2	0,2	3,0
Rindfleisch	1	n.n.	n.n.	0,003	n.n.	n.n.	0,010	0,023
	2	0,001	n.n.	0,001	0,001	n.n.	n.n.	0,017
	3	n.n.	0,001	0,001	0,001	n.n.	n.n.	0,074
Rinderleber	1	0,005	0,010	0,010	n.n.	0,005	0,005	0,055
	2	0,001	0,003	0,001	0,001	n.n.	n.n.	0,018
	3	0,001	0,002	0,001	n.n.	n.n.	n.n.	0,009
Schweinefleisch	1	0,010	n.n.	0,002	n.n.	n.n.	0,002	n.n.
	2	0,015	0,010	0,003	n.n.	n.n.	n.n.	0,036

Tab. 17: CKW-Rückstände (mg/kg FG) in Fischen (Douala, 1987).

Pestizid / Nahrungsmittel	α-HCH	ß-HCH	Lindan	Heptachlorepoxid	Dieldrin	∑DDT	Endrin
PHmV	0,5	0,5	2,0	0,05	0,5	2,0	
Fisch 1	n.n.	n.n.	0,001	n.n.	0,001	0,002	n.n.
2	n.n.	n.n.	0,001	0,001	n.n.	0,042	n.n.
3	n.n.	n.n.	0,001	0,001	n.n.	n.n.	0,001
4	0,001	0,001	0,001	n.n.	n.n.	0,011	n.n.

3.1.3 Biomonitoring mit Hühnereiern (Pestizide und polychlorierte Biphenyle

Exponierte Organismen können Informationen über die Qualität eines Raumes oder eines Gebietes liefern, d.h. durch Analyse der in diesen Exponaten sich befindenen Stoffe können Rückschlüsse auf die Nutzungen in diesem Raum gezogen werden.
Akkumulation, Elimination und Metabolisierung verlaufen Substanz- und organismenspezifisch. Generalisierende Aussagen sind deshalb oftmals problematisch.
Hühnereier haben sich jedoch seit langem als ein geeignetes Wirk- und Akkumulationssubstrat erwiesen.
Die Eientstehung in Legehennen beginnt schon mehrere Tage vor der Eiablage, so daß die von diesen Organismen aufgenommenen Stoffe Rückstände in den Eiern bilden können. Da während der Folikelreifung im Ei die abgelagerten Substanzen nicht mehr ausgeschieden werden, verweilen sie im fertigen Ei.
Hühnereier besitzen deshalb eine Indikatorbedeutung für die Belastung menschlicher Populationen, für die dieses Grundnahrungsmittel Hauptquelle für tierisches Eiweiß ist. Auch deshalb eignen sie sich als Risikoindikatoren.
72 Hühnereier wurden analysiert. Sie stammten aus verschiedenen Gebieten: 29 kamen aus dem Südwesten des Landes (Douala, Limbé, Tiko und Buea), wo außer in der Landwirtschaft und Tierzucht auch durch das öffentliche Gesundheitwesen (z.B. Malariabekämpfung) Pestizideinsätze erfolgen. 43 Eier stammten aus dem Adamaoua-Hochland Kameruns, aus einem Gebiet, wo seit Jahren einige persistente Wirkstoffe z.B. Dieldrin, DDT, Endosulfan, Delthamethrine und Cypermethrine u.a. gegen Tsetsefliegen eingesetzt werden. In den nachfolgenden Tabellen sind die chlorierten Kohlenwasserstoffsrückstände (CKW-Rückstände) dargestellt.

Tab. 18: Rückstände von Pestiziden und PCB's in Hühnereiern aus dem Südwesten Kameruns (1987). ($\bar{x}$- und Min.-Max.-Werte in mg/kg der untersuchten Menge)

Gebiet / Pestizid	Douala n=23	Tiko n=1	Buéa n=1	Limbé n=4
HCB	0,001 n.n. - 0,001	n.n.	n.n.	0,001 n.n. - 0,001
α-HCH	0,044 0,001-0,900	0,003	n.n.	0,005 0,001-0,010
ß-HCH	0,044 0,002-0,300	0,005	0,001	0,015 0,003-0,035
Lindan	0,014 n.n.-0,200	0,010	0,005	0,006 0,003-0,010
Hepta chlorepo-xid	n.n.	n.n.	n.n.	0,004 0,001-0,010
Dieldrin	0,001 n.n.-0,015	n.n.	n.n.	n.n.
ΣDDT	0,041 0,006-0,590	2,010	0,011	0,383 0,018-1,080
PCBś	0,008 n.n.-0,15	n.n.	n.n.	n.n.

Tab. 19: Pestizidrückstände in Hühnereiern aus dem Norden Kameruns ($\bar{x}$-Werte in mg/kg) (aus MÜLLER, 1987).

Gebiet	n	Dieldrin	DDT	Endosulfan
Minim	8	0,072	n.n.	n.n.
Mayo Dankali	4	5,50	0,595	n.n.
MandourOu	4	4,242	0,007	n.n.
Gautere	3	0,185	n.n.	n.n.
Djaktaou	5	0,148	n.n.	n.n.
Mayo Rui	4	0,082	n.n.	n.n.
Ngaoundere	7	0,040	0,009	n.n.
Ngaoundere (Gebiet I)	4	0,094	n.n.	n.n.
Mbakaou	4	0,040	0,007	n.n.

An den Proben wird deutlich, daß Dieldrin in hohen Konzentrationen in Gebieten von Mehrfachapplikationen gefunden wird. Hervorzuheben ist das Auftreten von PCB's in Hühnereiern aus der Region Douala. Die Einzelwerte aus dem Südwesten des Landes sind aus den nachfolgenden Tabellen zu entnehmen.

Tab. 20: CKW-Rückstände (mg/kg FG) in Hühnereiern (Douala, 1987).

Nahrungsmittel / Pestizid		HCB	α-HCH	ß-HCH	Lindan	Heptachlor-epoxid	Dieldrin	∑DDT	PCB's
PHmV		0,3	0,1	0,1	0,1	0,01	0,1	0,5	
Hühnerei	1		0,001	0,002	0,003	n.n.	n.n.	0,590	n.n.
	2	0,001	0,003	0,030	0,003	n.n.	n.n.	0,021	n.n.
	3	0,001	0,004	0,020	0,003	n.n.	n.n.	0,011	0,15
	4	0,001	0,004	0,060	0,004	n.n.	0,001	0,015	n.n.
	5	0,001	0,002	0,030	0,004	n.n.	0,001	0,004	n.n.
	6	0,001	0,005	0,060	0,005	n.n.	n.n.	0,028	n.n.
	7	0,001	0,001	0,045	0,015	n.n.	n.n.	0,009	n.n.
	8	0,001	0,035	0,145	0,020	n.n.	0,001	0,007	0,01
	9	0,001	0,002	0,035	n.n.	n.n.	0,001	0,021	n.n.
	10	0,001	0,010	0,015	0,005	n.n.	n.n.	0,019	n.n.
	11	0,001	0,003	0,025	0,004	n.n.	n.n.	0,017	n.n.
	12	0,001	0,002	0,015	0,003	n.n.	n.n.	0,008	n.n.
	13	0,001	0,004	0,025	0,004	n.n.	n.n.	0,031	n.n.
	14	0,001	0,010	0,020	0,010	n.n.	n.n.	0,064	n.n.
	15	0,001	0,005	0,020	0,004	n.n.	n.n.	0,019	n.n.
	16	0,001	0,005	0,035	0,003	n.n.	0,015	0,013	n.n.
	17	0,001	0,002	0,015	0,004	n.n.	n.n.	0,013	n.n.
	18	0,001	0,002	0,030	0,010	n.n.	0,001	0,006	n.n.
	19	0,001	0,002	0,015	0,003	n.n.	n.n.	0,007	n.n.
	20	0,001	0,003	0,020	0,004	n.n.	n.n.	0,017	n.n.
	21	0,001	0,005	0,025	0,005	n.n.	n.n.	0,014	n.n.
	22	0,001	0,900	0,300	0,200	n.n.	n.n.	0,047	n.n.
	23	0,001	0,010	0,020	0,005	n.n.	n.n.	0,014	n.n.

Tab. 21: CKW-Rückstände (mg/kg FG) in Hühnereiern (Südwesten Kameruns, 1987).

Nahrungsmittel		Ort	HCB	α-HCH	ß-HCH	Heptachlorepoxid	ΣDDT	Lindan
PHmV			0,3	0,1	0,1	0,01	0,5	0,1
Hühnerei	1	Limbé	0,001	0,010	0,035	0,010	0,051	0,010
	2	"	0,001	0,002	0,015	0,001	0,018	0,003
	3	"	0,001	0,005	0,010	0,003	0,023	0,003
	4	"	n.n.	0,002	0,003	n.n.	1,080	0,005
	5	Tiko	n.n.	0,003	0,005	n.n.	2,010	0,010
	6	Buea	n.n.	n.n.	0,001	n.n.	0,011	0,005

Tab. 22: CKW-Rückstände (mg/kg FG) in Kuhmilch (pasteurisiert) (Douala, 1987).

Nahrungsmittel		α-HCH	ß-HCH	Lindan	Heptachlorepoxid	ΣDDT
Kuhmilch	1	0,001	0,001	0,001	0,001	0,008
	2	0,002	0,003	0,001	0,001	0,006

3.1.4 Rückstände in kamerunischen Nahrungsmitteln und die Höchstmengenverordnung in der Bundesrepublik Deutschland

Zur Beurteilung der nachgewiesenen CKW-Rückstände in kamerunischen Lebensmitteln, ist es sinnvoll die Pflanzenschutzmittel-Höchstmengenverordnung der Bundesrepublik Deutschland vergleichend heranzuziehen. Es muß jedoch darauf aufmerksam gemacht werden, daß den "Höchstmengen" im allgemeinen keine physiologisch begründeten Grenzwerte entsprechen. Einzelne Bundesländer (z.B. Baden-Würtemberg) verbieten bei einer 2,5 Fachen Überschreitung der in der Höchstmengenverordnung festgelegten Werte jedoch das Inverkehrsbringen der Lebensmittel.
Nach §1 der Höchstmengenverordnung werden Werte für bestimmte tierische und pflanzliche Produkte festgelegt, bei deren Überschreitung ein "gewerbsmäßiges Inverkehrsbringen" untersagt werden kann. Die Toxizität ist ein wichtiges Kriterium für die Zuordnung eines Stoffes zu einer bestimmten Stoffliste (vgl. Nr. 1, 2 und 3).
Es wird dabei zwischen akuter Toxizität, d.h. die unmittelbare Giftwirkung meist nach oraler Aufnahme oder durch Einatmen, und chronischer Toxizität (z.B. auch bei langandauernder Aufnahme kleiner Mengen an Schadstoffen) unterscheiden.
Die Maßzahl für die akute Toxizität ist LD_{50}-Wert (Tab.23).

Tab. 23: Toxizitätsgrad entsprechend dem LD_{50}-Wert (aus RUPPRECHT, 1975).

Orale akute LD_{50}-Wert, Ratte	Bezeichnung der Toxizität
1 mg/kg Km[(1)]	extrem toxisch
1-50 mg/kg Km	hohe Toxizität
50-500 mg/kg Km	mittlere Toxizität
0,5-5 g/kg Km	geringe Toxizität
5-15 g/kg Km	praktisch ungiftig
ab 15 g/kg Km	relativ harmlos

(1) = Körper masse

Bei der Festsetzung einer möglichen Wirkstoff-Beeinflussung wird von der Wirkstoffsmenge ausgegangen. Diese Tagesdosis wird als "Acceptable Daily Intake" oder ADI-Wert bezeichnet (WHO/FAO). Sie wird in mg Wirkstoff/kg Körpergewicht/Tag angegeben.

Für die Festlegung des ADI-Wertes ist wesentlich, daß diese "Grenzwerte" den Faktor 10 als Sicherheitswert gegenüber einem Versuchstier enthalten. Dazu kommt die höhere Empfindlichkeit eines Menschen (10-Fach) gegenüber einem Versuchstier.

Die Zulässige tägliche Aufnahme beim Menschen entspricht deshalb im allgemeinen nur einem Teil der Pestizidmenge, die im Langzeitversuch beim Tier schäden bewirkt. Führt z.B. eine Pestizidgabe von 1 mg/kg Körpergewicht beim Versuchstier zu keiner physiologischen Störung, so wird der ADI-Wert für den Menschen auf 0,01 mg/kg berechnet (vgl. MAIER-BODE, 1965 und RUPPRECHT, 1975).

Neben dem ADI-Wert gibt es den "permissible level" (P) oder die zulässige Wirkstoffhöchstmenge. Dieser Wert berücksichtigt den Tagesverzehr sowie das Durchschnittskörpergewicht eines Menschen. Es folgt folgende Umrechnungsformel:

$$P = \frac{A \cdot G}{E}$$, worin

P = "permissible level" (in ppm oder mg/kg Lebensmittel)
A = ADI-Wert (in mg/kg Körpergewicht/Tag)
E = durchschnittlicher Tagesverzehr (in kg)
G = Durchschnittskörpergewicht des Menschen. Es ist um 70 kg festgesetzt.

Für die Festsetzung von Toleranzen für ein Pestizid werden die tägliche Aufnahme (ADI-Wert), die durchschnittliche Verzehrmenge unter Berücksichtigung der Verzehrgewohnheiten, sowie die Fehler bei der Probenahme und Analyse berücksichtigt. In der folgenden Tabelle sind die nach deutschen Richtwerten festgesetzten zulässigen Höchstmengen von den in dieser Studie

untersuchten chlorierten Kohlenwasserstoffsinsektiziden in den analysierten Lebensmitteln tierischer und pflanzlicher Herkunft (nach BGB, 1982) aufgeführt.
Nach unseren Analysen wurden die Höchstmengen-Werte nach deutschen Richtlinien in 4 Proben pflanzlicher Herkunft und in verschiedenen Hühnereiern aus Kamerun z.T. erheblich überschritten (vgl. nachfolgende Abbildungen).

Tab. 24: Zulässige Höchstmengen nach deutschen Richtwerten der untersuchten chlorierten Kohlenwasserstoffe in und auf den analysierten Lebensmitteln (in mg/kg) bezogen auf Frisch-, Fett- oder Trockengewicht (aus BGB, 1982).

Lebensmittel / Stoff	Fleisch Leber	Fische[3]	Eier[4]	Getreide	Ölsaat	Obst	Möhren	Gemüse	Kartoffel	Blatt-Sproßgemüse	Frucht-Wurzelgemüse	andere pfl. Lebensm.
Hexachlorbenzol	0,5	0,5	0,3		0,05			0,05				0,01
α u. ß-HCH	0,3	0,5	0,1		0,1							0,02
Lindan	2,0	2,0	0,1	0,1	1,5	1,5	0,1		0,1	2,0	1,5	0,01
Dieldrin[1]	0,2	0,5	0,1									0,01
Endrin	0,2	0,01	0,1									0,01
Heptachlor[2]	0,2	0,05	0,01									0,01
DDT	3,0	2,0	0,5			0,1		0,1				0,05
Endosulfan							0,2[5]	1,0				0,1

(1) Dieldrin und Aldrin

(2) Heptachlor und Heptachlorepoxid

(3) die von uns analysierten Fischarten

(4) Eier ohne Schale bezogen auf die untersuchte Menge

(5) Möhren und Mais

Abb. 2 : Konzentrationen von α-HCH über dem PHmV-Wert

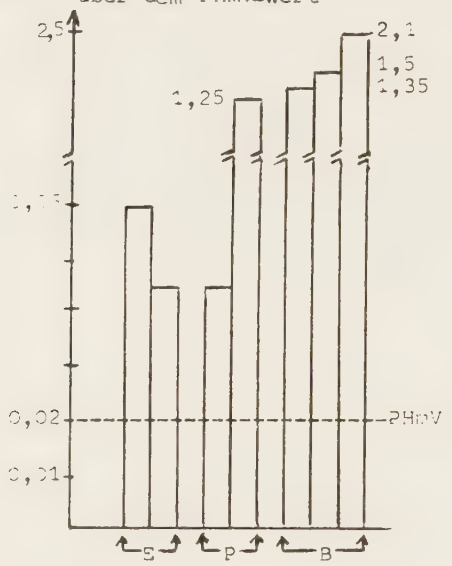


Abb. 3 : Konzentrationen von Dieldrin über dem PHmV -Wert

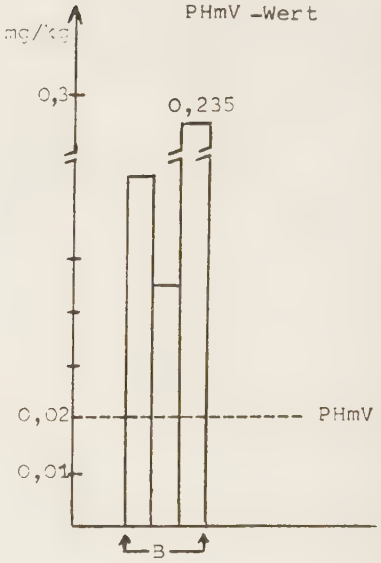
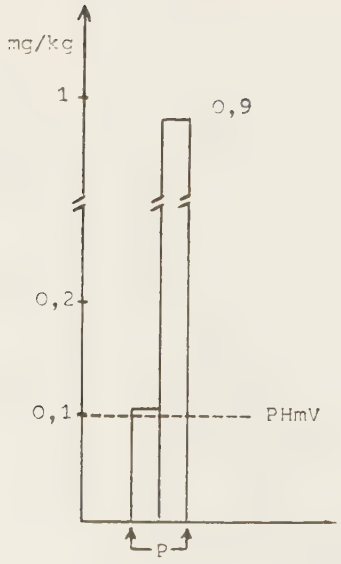
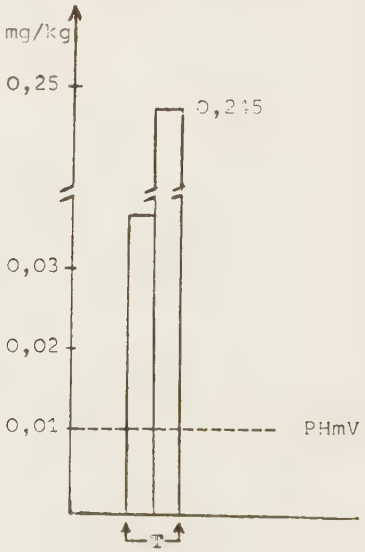


Abb. 3 u. 4 : Konzentrationen von Lindan über dem PHmV-Wert





E = Erdnüsse P = Pistazien B = Bohnen T = Tomaten

Abb. 5 : Konzentrationen von HCH-Isomeren in Hühnereiern über dem PHmV-Wert

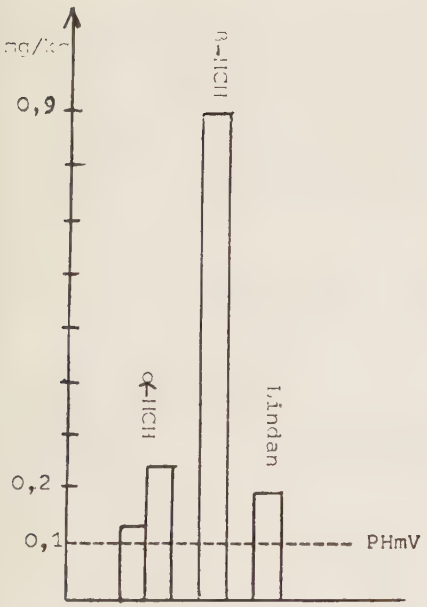


Abb. 6 : Konzentrationen von ($\bar{x}$-Werte von Dieldrin in Hühnereiern über dem PHmV-Wert

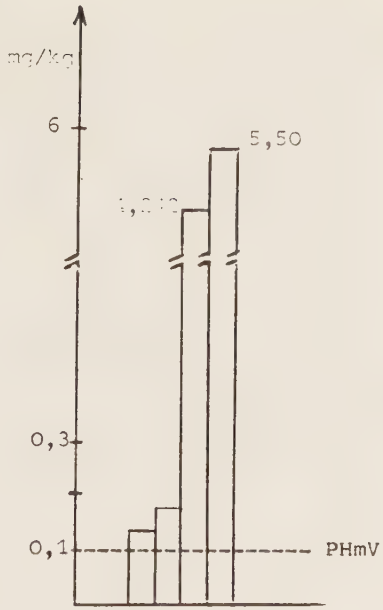
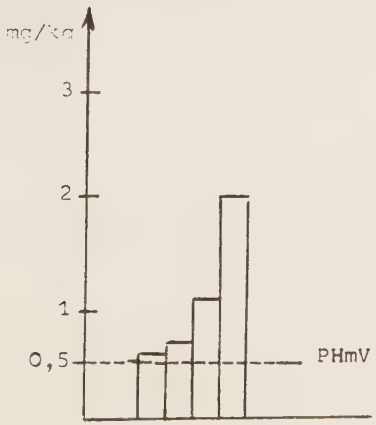


Abb. 7 : DDT-Konzentrationen in Hühnereiern über dem PHmV-Wert



3.2 Rückstände in saarländischen Nahrungsmitteln (Stichproben auf Wochenmärkten)

Wegen vieler Analysen, die auf den deutschen Nahrungsmitteln durchgeführt worden sind, und die niedrigen Konzentrationen von Pflanzenschutzmitteln in diesen Nahrungsmitteln wurden 41 Stichproben aus den saarländischen Wochenmärkten analysiert. Kartoffeln, Zwiebeln und Knoblauch wurden ohne Schale bearbeitet, während Tomaten, Gurken, Paprikas, Möhren und Weißkohl vor ihrer Bearbeitung gewaschen wurden.

3.2.1 Pestizide und PCB's in pflanzlichen Nahrungsmitteln

31 Proben wurden im Hinblick auf die PHmV untersucht. Von diesen Proben war nur eine ohne nachweibare Rückstände und eine andere, in der lediglich die PCB's in niedriger Konzentration gefunden wurden. Keine Probe hatte eine Konzentration, die über die zulässigen Höchstmengen nach deutschen Richtlinien lag.

Tab. 25: Übersicht von Pestidrückständen in pflanzlichen Nahrungsmitteln aus dem Saarland.

Nahrungsmittel	Probenzahl(n)	Anzahl der Rückstandsfreien Proben	Anzahl der Proben mit Überschreitungen der zulässigen Höchstmengen
Tomate	6	0	0
Gurke	2	0	0
Paprika	3	0	0
Möhre	5	0	0
Zwiebel	2	0	0
Weißkohl	5	0	0
Kartoffel	5	1	0
Bohne	2	0	0

Die Belastung der Proben durch die analysierten Pestizide verteilt sich, wie folgt:

Hexachlorbenzol

HCB wurde in 12 Proben (39 % der Fälle) gefunden. Kartoffeln (2), Tomaten (2), Weikohl (1), Möhren (3), Bohnen (1), Gurken (1), Paprikas (1) und zwiebeln (1).
Die höchste Konzentration wurde in einer Möhrenprobe gefunden, dennoch war sie sehr niedrig.

α- und ß-HCH

11 Proben enthielten ein oder beide Isomere (35 % der Fälle). 5 Proben enthielten die beide Isomere gleichzeitig: Tomaten (2), Möhren (1) und Bohnen (2). 5 Proben enthielten nur α-HCH: Kartoffeln (2), Möhren (1) und Paprikas (2). 1 Möhrenprobe enthielt nur ß-HCH. Alle Bohnenproben enthielten beide Isomere.

Lindan

Lindan wurde in 24 Proben (77 % der Fälle) nachgewiesen. Nur 7 Proben waren lindanfrei: Knoblauch (1), Zwiebeln (2), Weißkohl (2) und Kartoffeln (2). Alle Tomaten-, Gurken-, Möhren- und Paprikaproben enthielten dieses Insektizid. Die höheren Konzentrationen wurden in Möhrenproben gefunden.

Heptachlor

Heptachlor fehlte in allen Proben.

Heptachlorepoxid

Heptachlorepoxid wurde in 11 Proben nachgewiesen (35 % der Fälle): Kartoffeln (3), Weißkohl (2), Paprikas (1), Bohnen (2), Gurken (1) und Zwiebeln (2).

Alle analysierten Bohnen und Gurken enthielten Heptachlorepoxid, das in allen Tomaten- und Möhrenproben fehlte.

Aldrin

Aldrin fehlte in allen Proben.

Dieldrin

12 Proben enthielten Dieldrin (39 % aller Fälle). Es handelte sich um: Kartoffeln (1), Tomaten (1), Weißkohl (3), Möhren (4), Paprikas (1) und Gurken (2). Dieldrin wurde in allen Gurkenproben nachgewiesen.

Endrin

Endrin wurde nur in einer Paprikaprobe nachgewiesen (3 % der Fälle).

o,p'-DDD und p,p'-DDD

Beide DDT-Metaboliten fehlten in allen Proben.

p,p'-DDE

12 Proben (39 % der Fälle) enthielten p,p'-DDE: Tomaten (4), Weißkohl (1), Möhren (5) und Paprikas (2).

o,p'- und p,p'-DDT

9 Proben (29 % der Fälle) enthielten ein oder beide Isomere. 3 Proben enthielten die beide Isomere gleichzeitig: Tomaten (1) und Möhren (1).

PCB's

Die PCB's wurden nur in einer Knoblauchprobe nachgewiesen.

Lindan war das immer wieder auftretende Pestizid. Es wurde in fast allen Proben gefunden. Bezogen auf die einzelnen Nahrungsmittel sind Tomaten, Bohnen und vor allem Möhren, die meist mit Pflanzenschutzmitteln kontaminiert waren. Dennoch sind die Nachgewiesenen Konzentrationen sehr niedrig. Sie liegen im Nachweisgrenzbereich im großen und ganzen.
Die gemessenen Einzelwerte sind in den nachfolgenden Tabellen dargestellt.

Tab. 26 : CKW-Rückstände (mg/kg FG) in Kartoffeln und Möhren aus Dudweiler, Saarlouis, Am Homburg und Saarbrücken-Altstadt (1987).

Pestizid / Nahrungsmittel		HCB	α-HCH	ß-HCH	Lindan	Heptachlorepoxid	Dieldrin	DDT
PHmV		0,05	0,02	0,02	0,1	0,01	0,01	0,1
Möhren	1	0,0003	n.n.	n.n.	0,0002	n.n.	0,0050	0,0050
	2	0,0003	n.n.	n.n.	0,0010	n.n.	0,0005	0,0004
	3	0,0010	n.n.	0,0010	0,0005	n.n.	0,0015	0,0355
	4	n.n.	0,0005	n.n.	0,0010	n.n.	n.n.	0,0030
	5	n.n.	0,0004	0,0003	0,0050	n.n.	0,0005	0,0010
Kartoffel	1	0,0002	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,0002	n.n.
	2	0,0001	n.n.	n.n.	0,0003	0,0020	n.n.	n.n.
	3	n.n.	0,0001	n.n.	0,0003	0,0001	n.n.	n.n.
	4	n.n.	0,0001	n.n.	0,0003	0,0001	n.n.	0,0001

Tab. 27 : CKW-Rückstände (mg/kg FG) in Zwiebeln und Knoblauch (Saarlouis, 1987).

Pestizid / Nahrungsmittel		HCB	Heptachlorepoxid	PCB's
PHmV		0,05	0,01	n.v.(a)
Zwiebel	1	n.n.	0,0030	n.n.
	2	0,0005	0,0002	n.n.
Knoblauch		n.n.	n.n.	0,012

(a) : nicht vorhanden

Tab. 28 : CKW-Rückstände (mg/kg FG) in Tomaten und Bohnen (Saarlouis und Dudweiler, 1987).

Nahrungsmittel	Pestizid	HCB	α-HCH	ß-HCH	Lindan	Heptachlor-epoxid	Dieldrin	DDT
PHmV		0,05	0,02	0,02	1,5	0,01	0,01	0,1
Tomate	1	n.n.	n.n.	n.n.	0,0001	n.n.	n.n.	n.n.
	2	0,0001	n.n.	n.n.	0,0001	n.n.	n.n.	0,0001
	3	n.n.	n.n.	n.n.	0,0010	n.n.	n.n.	n.n.
	4	0,0002	n.n.	n.n.	0,0002	n.n.	0,0001	0,0001
	5	n.n.	0,0001	0,0001	0,0003	n.n.	n.n.	0,0002
	6	n.n.	0,0001	0,0002	0,0003	n.n.	n.n.	0,0003
Bohnen	1	0,0002	0,0003	0,0010	0,0010	0,0001	n.n.	n.n.
	2	n.n.	0,0005	0,0005	0,0005	0,0002	n.n.	n.n.

Tab. 29 : CKW-Rückstände (mg/kg FG) in Paprikas und Gurken (Dudweiler, Saarlouis und Saarbrücken-Altstadt, 1987).

Nahrungsmittel	Pestizid	HCB	α-HCH	Lindan	Heptachlor-epoxid	Dieldrin	Endrin	DDT
PHmV		0,05	0,02	1,5	0,01	0,01	0,01	0,1
Paprika	1	0,0001	n.n.	0,0002	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	2	n.n.	0,0002	0,0004	0,0001	0,0001	n.n.	0,0002
	3	n.n.	0,0004	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,0005
Gurken	1	0,0001	n.n.	0,0001	n.n.	0,0004	0,0001	n.n.
	2	n.n.	n.n.	0,0004	0,0001	0,0015	n.n.	n.n.

Tab. 30 : CKW-Rückstände (mg/kg FG) in Weißkohl (Dudweiler, Saarbrücken und Saarbrücken-Altstadt, 1987).

Pestizid / Nahrungsmittel		HCB	Lindan	Heptachlor-epoxid	Dieldrin	p,p'-DDE
PHmV		0,05	2,0	0,01	0,01	0,1
Weißkohl	1	0,0003	n.n.	n.n.	0,0001	n.n.
	2	n.n.	n.n.	n.n.	0,0001	n.n.
	3	n.n.	0,0002	n.n.	0,0002	0,0001
	4	n.n.	0,0001	0,0001	n.n.	n.n.
	5	n.n.	0,0002	0,0001	n.n.	n.n.

2.2. Pestizide und PCB's in tierischen Nahrungsmitteln

10 Proben wurden berücksichtigt und analysiert. Keine war frei von den untersuchten chlorierten Kohlenwasserstoffen. (Tab. 31).

Tab. 31 : Übersicht von Pestizidsrückständen in tierischen Nahrungsmitteln aus dem Saarland.

Nahrungsmittel	Proben-zahl (n)	Anzahl der Rück-standsfreien Proben	Anzahl der Proben mit Überschreitun-gen der zulässigen Höchstmengen
Fisch	2	0	0
Schweinefleisch	2	0	0
Rindfleisch	2	0	0
Hühnerei	4	0	0

Die Rückstandssituation der Pflanzenschutzmittel in diesen Nahrungsmitteln läßt sich, wie folgt, beschreiben:

Hexachlorbenzol

HCB wurde in 9 Proben nachgewiesen. Nur eine Schweinefleischprobe war davon frei. Die höchsten Konzentrationen wurden in den Hühnereiern festgestellt.

α- und ß-HCH

Keine Probe enthielt α-HCH. 3 Proben enthielten ß-HCH: Fische (2) und Rindfleisch (1).
Die Hühnerei- und Schweinefleischproben waren frei von beiden Isomeren.

Lindan

Lindan wurde in 9 Proben nachgewiesen. Nur eine Schweinefleisch-

probe war lindanfrei.

Heptachlor
Heptachlor fehlte in allen Proben.

Heptachlorepoxid
Heptachlorepoxid wurde in 5 Proben nachgewiesen. Es handelte sich um: Rindfleisch (1) und Hühnereier (4).

Aldrin
Aldrin fehlte in allen Proben.

Dieldrin
Dieldrin fehlte in allen Proben.

Endrin
Endrin wurde nur in einer Hühnereiprobe nachgewiesen.

o,p'- und p,p'-DDD
Beide Isomere wurden nicht nachgewiesen.

p,p'-DDE
Dieses DDT-Metabolit wurde in 8 Proben gefunden: Fische (2), Schweinefleisch (1), Rindfleisch (1) und Hühnereier (4). Alle Hühnerei- und Fischproben enthielten p,p'-DDE.

o,p'- und p,p'-DDT
Beide Isomere wurden nicht nachgewiesen.

PCB's
Die PCB's wurden in 8 Proben gefunden. Außer den Hühnereiern wurden diese Substanz in allen untersuchten Proben nachgewiesen.

Von allen untersuchten Pestizide sind Lindan, HCB, p,p'-DDE und die PCB's die am häufigsten auftretenden Wirkstoffe.

DDT-Gesamt ist durch das Metabolit p,p'-DDE vertreten. Die gefundenen Konzentrationen liegen jedoch weit unter den zulässigen Höchstmengen nach deutschen Richtlinien.
Die gemessenen einzelwerte werden in den nachfolgenden Tabellen dargestellt.

Tab. 32: CKW-Rückstände in Hühnereiern (Dudweiler und Saarbrücken-Altstadt, 1987).

Pestizid / Nahrungsmittel	HCB	Lindan	Heptachlor-epoxid	Endrin	p,p'-DDE	PCBś
PHmV	0,3	0,1	0,01	0,1	0,5	0,3[(a)]
Hühnereier 1	0,001	0,003	0,001	n.n.	0,001	0,01
2	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,01
3	0,001	0,001	0,001	n.n.	0,003	0,01
4	0,001	0,001	0,001	n.n.	0,003	0,01

(a): in den USA

Tab. 33 : CKW-Rückstände (mg/kg)FG in Fischen, Schweine- und Rindfleisch (Dudweiler und Saarbrücken-Altstadt, 1987).

Pestizid / Nahrungsmittel		HCB	ß-HCH[1]	Lindan	Heptachlorepoxid	p,p'-DDT[2]	PCB's
PHmV		0,5		2,0	0,2		2,0[3]
Fische	1	0,001	0,001	0,002	n.n.	0,010	n.n.
	2	0,001	0,001	0,001	n.n.	0,001	n.n.
Rindfleisch	1	0,001	0,001	0,002	0,001	n.n.	0,01
	2	0,002	n.n.	0,002	n.n.	0,001	0,01
Schweinefleisch		n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,01

(1) : PHmV Fische : 0,5
Fleisch : 0,3

(2) : PHmV Fisch : 2,0
Fleisch : 3,0

(3) : PHmV für Fische in den USA

Die niedrigen CKW-Konzentrationen in Wochenmarktnahrungsmitteln können mit den Konzentrationen in Geschäfts- und Großmarktprodukten aus dem Saarland (Erhebung von 1985 und 1986) verglichen werden (Tab. 34 und Abb. 2-7).

Tab. 34 : Rückstandskonzentrationen einiger Pestizide (in mg/kg FG.) in einigen importierten Nahrungsmitteln im Saarland (nach Angaben des Chemischen Untersuchungsamtes für das Saarland, 1987).

Nahrungsmittel	n 1985	n 1986	Pestizide	1985 Min.	1985 Max.	1985 $\bar{x}$	1986 Min.	1986 Max.	1986 $\bar{x}$
Getreide + Getreideprodukte	32	47	HCB	0,001		0,001	0,001		0,001
			α-HCH	0,002	0,014	0,006	0,001	0,003	0,002
			ß-HCH	0,003	0,006	0,004	0,002		0,002
			Lindan	0,001	0,017	0,004	0,001	0,013	0,003
			Dieldrin	0,007		0,007			
			DDE	0,001	0,019	0,004			
Gemüse	297	309	Lindan	0,003		0,003	0,001		0,001
			Endosulfan				0,14		0,14
Obst	195	202	Lindan	0,088		0,088	0,022		0,022
Säuglings- und Kleinkinderlebensmittel	18	5	HCB	0,003	0,007	0,004	0,001		0,001
			α-HCH				0,001		0,001
			Lindan	0,001	0,007	0,003	0,001	0,002	0,001
			Dieldrin	0,002	0,007	0,004			
			DDE	0,001		0,001	0,001	0,006	0,003
Pflanzliche Öle und Fette	6	35	HCB				0,019		0,019
			α-HCH				0,009	0,063	0,021
			ß-HCH				0,010	0,019	0,015
			Lindan	0,013	0,018	0,015	0,008	0,028	0,012
Honig		10	Lindan				0,001	0,003	0,003
Tee		22	HCB	0,002	0,029	0,008			
			α-HCH	0,003	0,166	0,004			
			ß-HCH	0,004	0,128	0,023			
			Lindan	0,002	0,474	0,042			
			DDE	0,003	0,123	0,022			
			DDD	0,003	0,008	0,005			
			DDT	0,010	0,169	0,058			

Abb. 2 : HCB-Konzentrationen in Nahrungsmitteln aus dem Saarland.

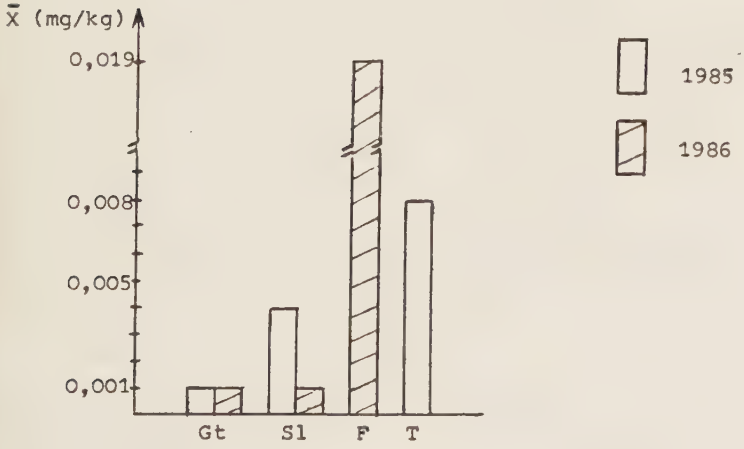


Abb. 3 : Lindan-Konzentrationen in Nahrungsmitteln aus dem Saarland.

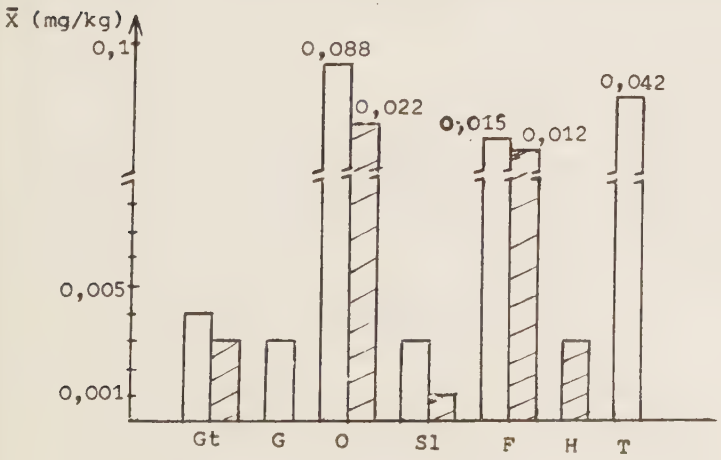


Abb. 4 : α-HCH-Konzentrationen in Nahrungsmitteln aus dem Saarland.

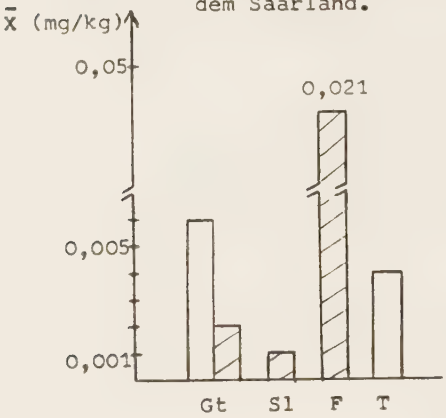


Abb. 5 : ß-HCH-Konzentratio in Nahrungsmitteln aus dem Saarland.

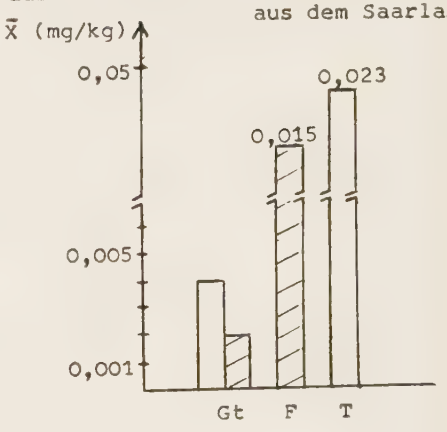


Abb. 6 : Dieldrin Konzentrationen in Nahrungsmitteln aus dem Saarland.

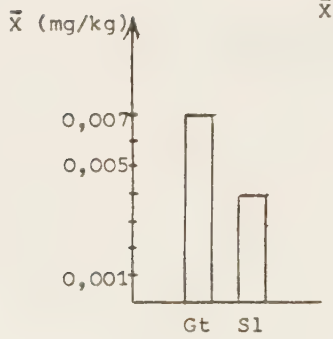
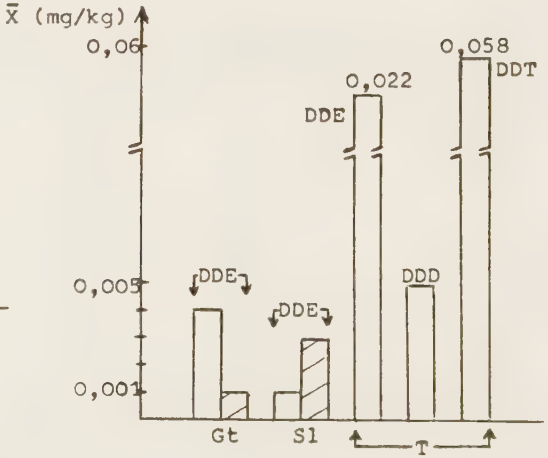


Abb. 7 : DDT Metaboliten Konzentrationen in Nahrungsmitteln au dem Saarland.



Gt = Getreide Sl = Säuglingslebensmittel

F = Pflanzliche Öle und Fette T = Tee

O = Obst G = Gemüse H = Hönig

3.2.3 Rückstände in saarländischen Nahrungsmitteln und die Höchstmengenverordnung in der Bundesrepublik Deutschland

Die Bundesrepublik Deutschland ist nicht nur bemüht ihre landwirtschaftliche Produktion zu erhöhen, sondern auch für die Gesundheit ihrer Bürger zu sorgen. Dafür werden rechtliche Verordnungen über die zulässigen Höchstmengen an Pestiziden in oder auf die im Inland stammenden sowie importierten Lebensmittel tierischer und pflanzlicher Herkunft getroffen. Bei Überschreitung dieser Grenzwerte können einige Produkte nicht vermarktet werden nach §1 der Höchstmengenverordnung. Für die Festsetzung dieser Werte wurden, wie schon erwähnt, einige Parameter berücksichtigt, u.a.: die Toxizität des Pestizids, der ADI-Wert, die Tagesverzehr und die "durchschnittliche Verzehrgewohnheiten". Es existiert allerdings noch keine Höchstmengenverordnung über PCB's in Nahrungsmitteln in der Bundesrepublik Deutschland, wo zur Zeit ein Richtwert diskutiert wird. In den USA gibt es seit Jahren eine Höchstmengenverordnung über diese Stoffe (vgl. Nr. 2.2.2). Die Höchstmengen müssen immer wieder auf toxikologischer Basis entsprechender Stoffe überprüft werden. Es ist zu bemerken, daß trotz des Anwendungsverbotes der im Laufe dieser Arbeit untersuchten chlorierten Kohlenwasserstoffe als Pflanzenschutzmittel, gelten immer noch die zulässigen Höchstmengen an diesen Stoffen in den Bundesländern.
Keine Überschreitung der zulässigen Höchstmengen in den aus dem Saarland analysierten Nahrungsmitteln wurde festgestellt. Die gefundenen Konzentrationen liegen sogar weit unter diesen Grenzwerten, wie in den folgenden Abbildungen (mit den höchsten nachgewiesenen Konzentrationen) dargestellt wird.

Abb. 8 : Höchste ≤DDT-Konzentrationen in verschiedenen Nahrungsmitteln aus dem Saarland.

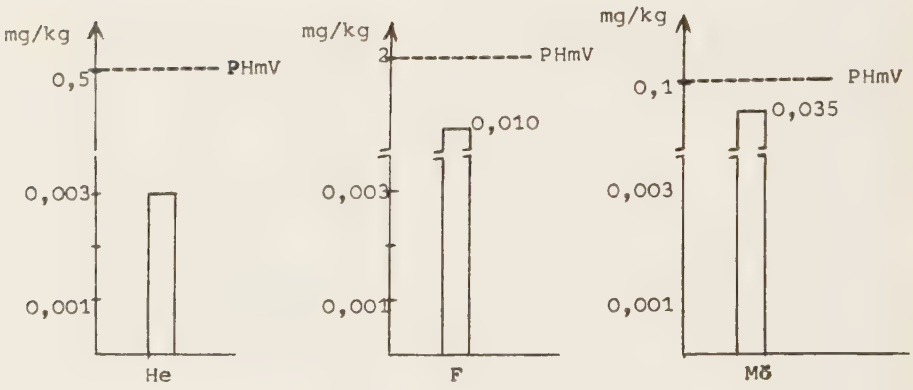
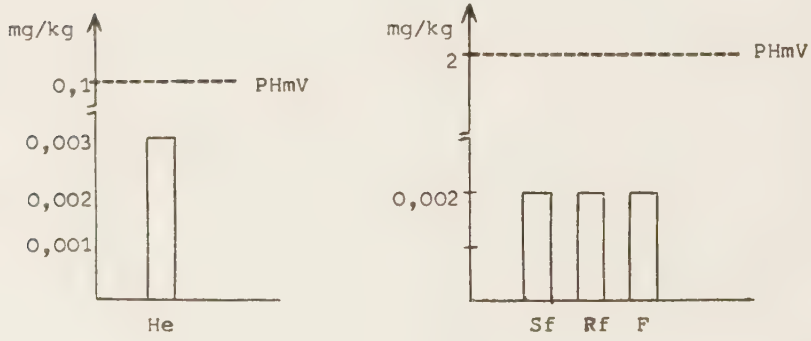


Abb. 9 : Höchste Lindan-Konzentrationen in verschiedenen Nahrungsmitteln aus dem Saarland.



He = Hühnereier F = Fische Mö = Möhren

Sf = Schweinefleisch Rf = Rindfleisch

4 VERGLEICH DER KAMERUNISCHEN UND SAARLÄNDISCHEN RÜCKSTANDSWERTE

Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, daß die Konzentrationen an chlorierten Kohlenwasserstoffen und z.T. auch PCB's in kamerunischen Nahrungsmitteln höher liegen als in saarländischen. Tierische Nahrungmittel, insbesondere Hühnereier sind am stärksten belastet. Unter den pflanzlichen Nahrungsmitteln sind es Bohnen, Erdnüsse und Tomaten, die höhere Rückstandskonzentrationen aufweisen.
Die am häufigsten gefundenen Pestizide sind die drei Hexachlorcyclohexan-Isomere (α,ß u. δ), sowie das DDT und seine Metaboliten, von denen nicht nur das p,p'-DDE, wie in deutschen Nahrungsmitteln, sondern auch die anderen Isomere vorkommen. Die anderen Pestizide kommen zum Teil nur in niedrigen Konzentrationen vor, sieht man einmal von punktuell höheren Konzentrationen von Endrin in einer Tomatenprobe und von Dieldrin in den Hühnereiern aus dem Norden Kameruns ab.
Die folgenden Abbildungen zeigen vergleichend die von uns gemessenen Konzentrationen in kamerunischen und saaländischen Nahrungsmitteln. Gleichzeitig werden auch die Rückstandskonzentrationen in den Nahrungsmitteln, die nur in Kamerun hergestellt werden und die dort zu den Hauptnahrungsmitteln zählen, dargestellt. Nur die arithmetischen Mittelwerte in mg/kg FG wurden dargestellt (Abb. 10-18).
Die Ergebnisse verdeutlichen einerseits die ubiquitäre Verbreitung der chlorierten Kohlenwasserstoffe, machen anderseits über die Konzentrationsgradienten die zeitliche Dimension ihrer Einsätze bzw. Verbote deutlich.

Abb. 10: α-HCH-Konzentrationen in den saarländischen und kamerunischen Nahrungsmitteln.

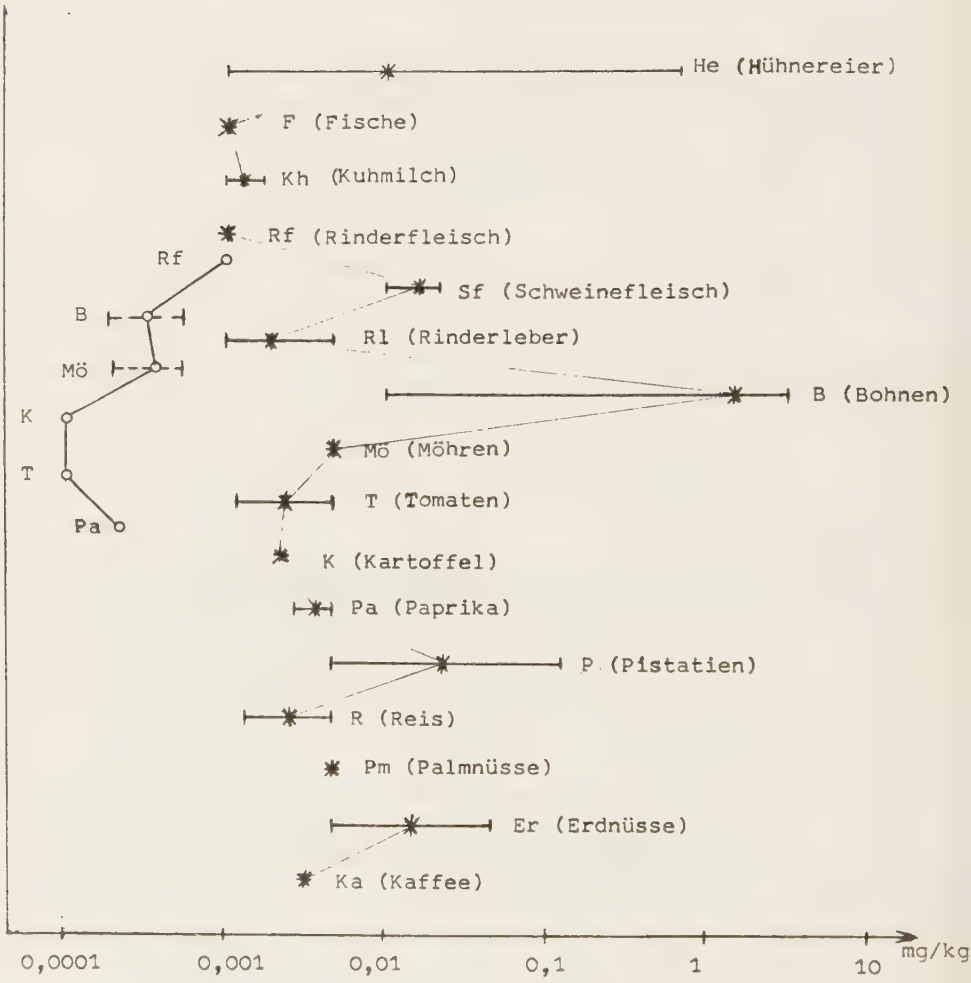


Abb. 11 : Lindan-Konzentrationen in den saarländischen und kamerunischen Nahrungsmitteln.

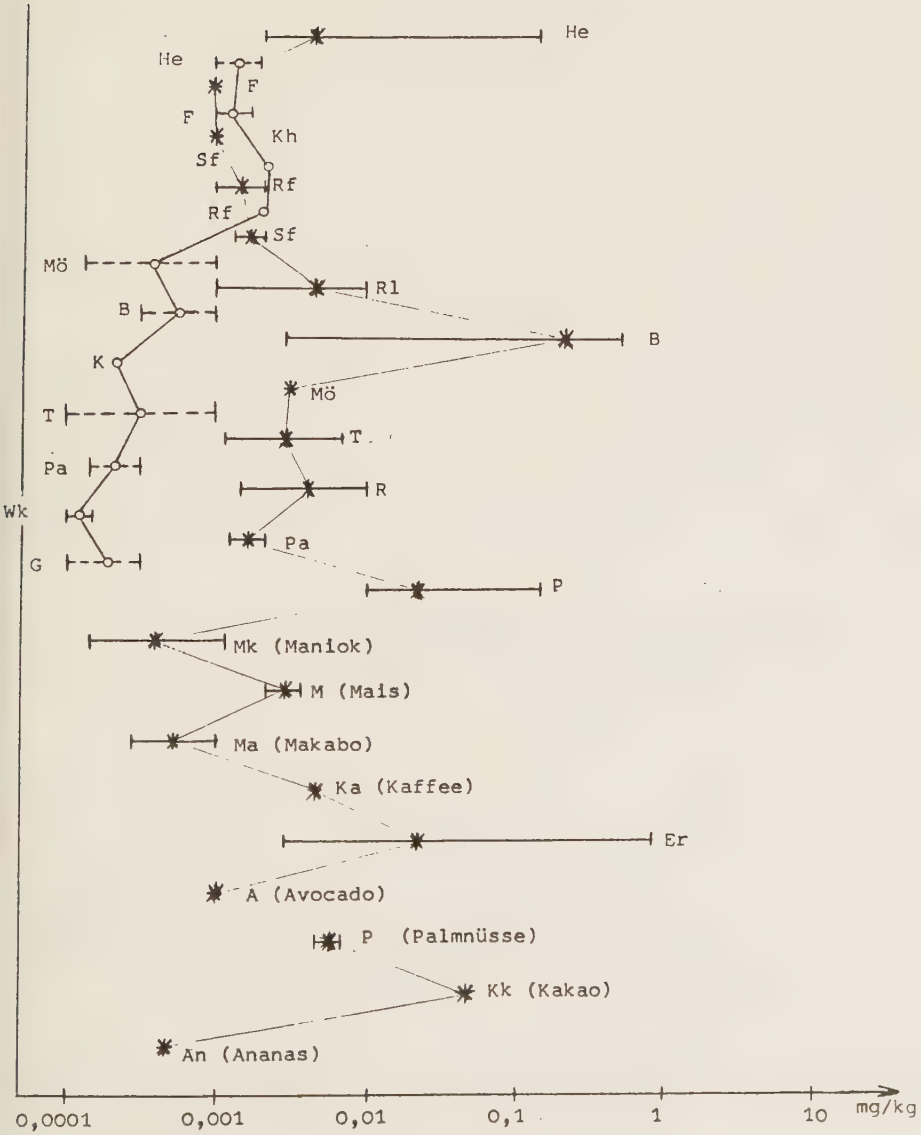


Abb. 14 : Dieldrin-Konzentrationen in den saarländischen und kamerunischen Nahrungsmitteln.

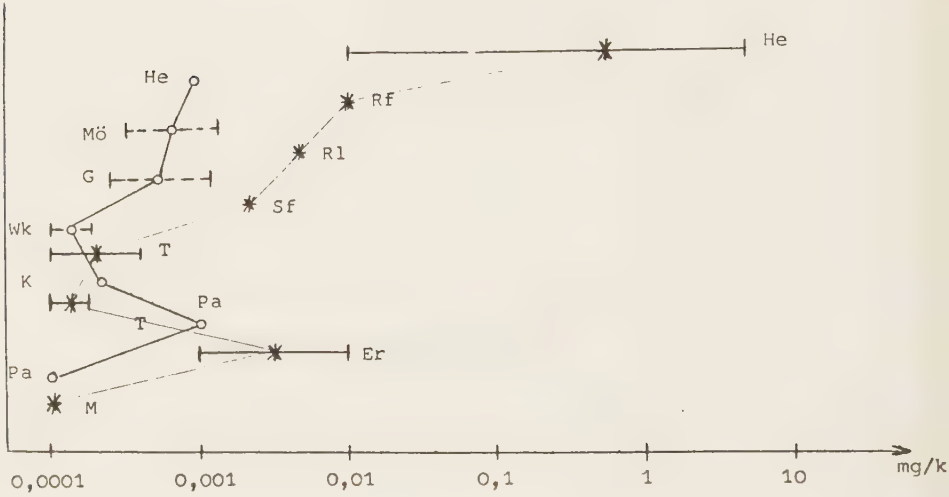


Abb. 15 : Endrin-Konzentrationen in den saarländischen und kamerunischen Nahrungsmitteln.

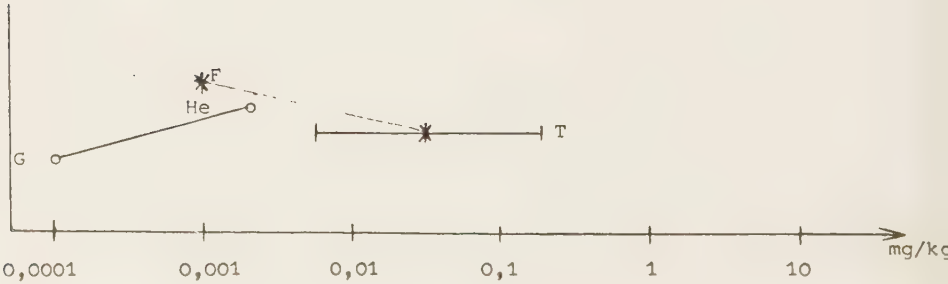


Abb. 12 : ß-HCH-Konzentrationen in den saarländischen und kamerunischen Nahrungsmitteln.

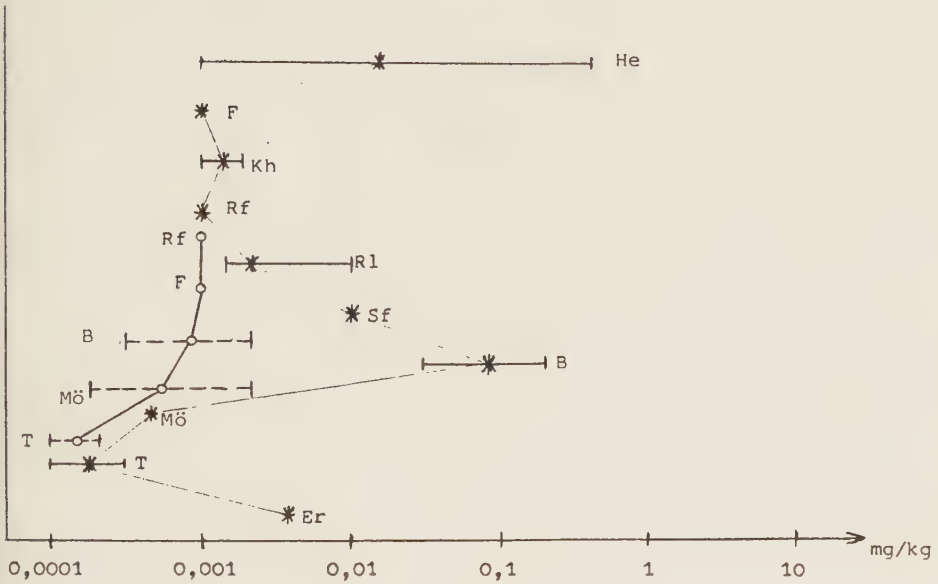


Abb. 13 : Heptachlorepoxid-Konzentrationen in den saarländischen und kamerunischen Nahrungsmitteln.

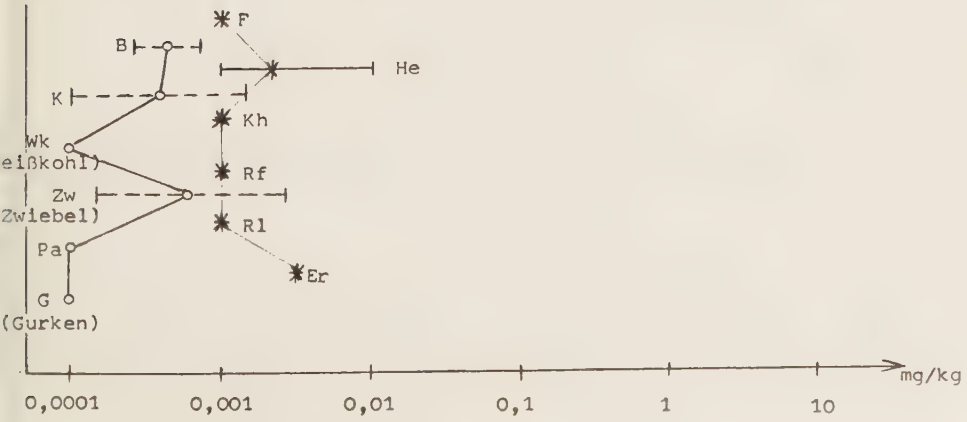


Abb. 16 : DDT-Konzentrationen in den saarländischen und kamerunischen Nahrungsmitteln.

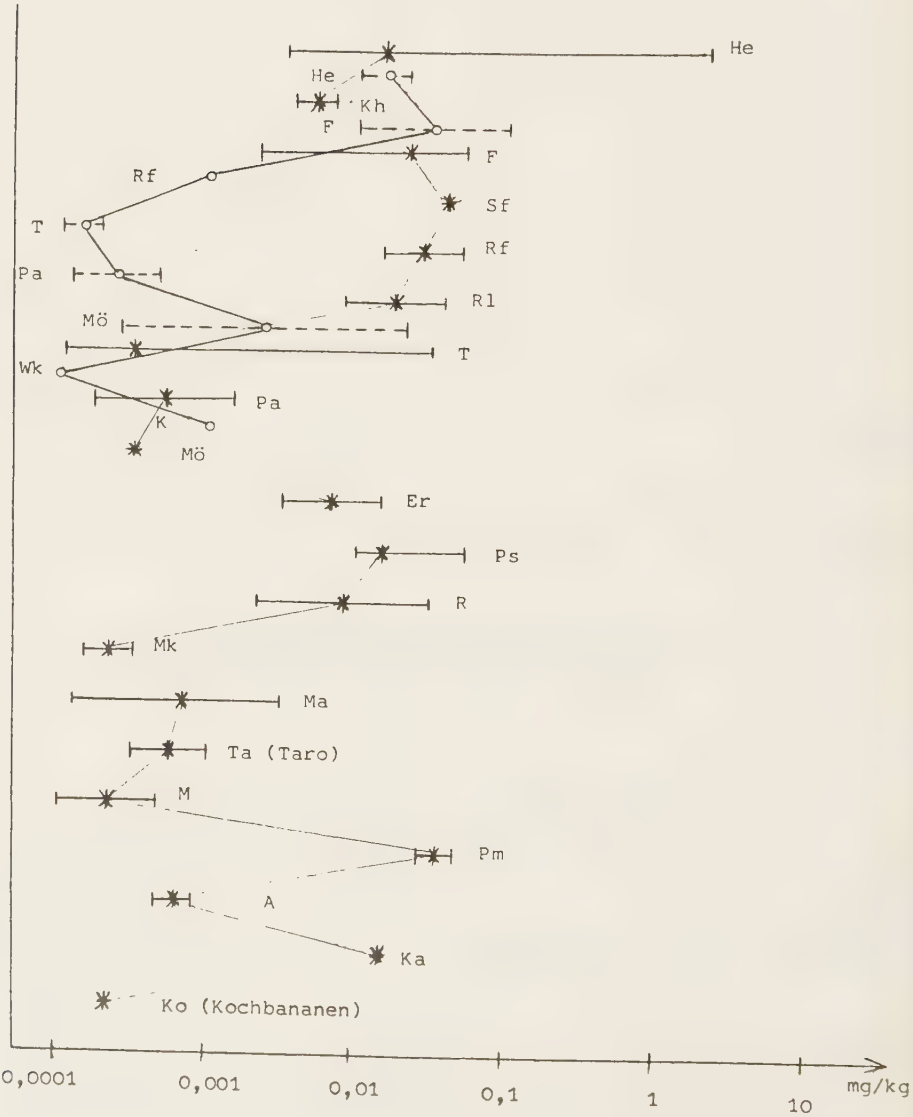


Abb. 17 : HCB-Konzentrationen in den Nahrungsmitteln aus Kamerun und dem Saarland.

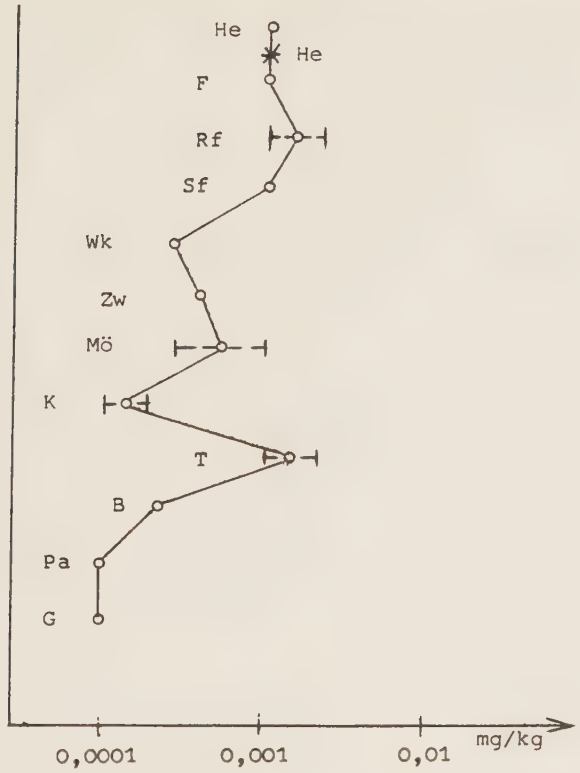
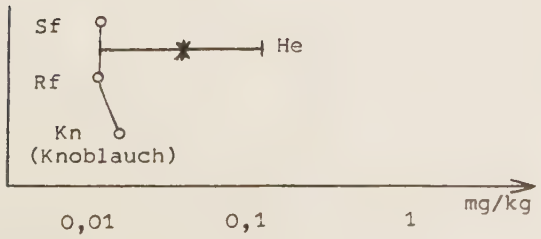


Abb. 18 : PCB's-Konzentrationen in den Nahrungsmitteln aus Kamerun und dem Saarland.



V. DIKUSSION DER BEFUNDE.

Sowohl unsere Befunde als auch die umfangreichen Analysen des chemischen Untersuchungsamtes für das Saarland zeigen deutlich, daß die Konzentrationen für chlorierte Kohlenwasserstoffe und auch für die PCB's von Nahrungsmitteln aus dem Saarland unterhalb der gesetzlich festgelegten Werte der Höchstmengen-Verordnung liegen. Dieses Ergebnis, das auch dem Gesamttrend der Bundesrepublik Deutschland seit Mitte der 70iger Jahre entspricht, bestätigt, daß die Zweckbestimmung der Rechtvorschriften bezüglich der Produktion und Anwendung von Pflanzenschutzmitteln eine erfolgreiche Wirkung hatte. In der Bundesrepublik Deutschland wurde 1968 ein Pflanzenschutzgesetz erlassen, das zuletzt 1986 geändert wurde. Im Rahmen dieses Gesetzes wurden zahlreiche Einschränkungen und Verbote für bestimmte Pflanzenschutzmittel vorgenommen bzw. erlassen. Von besonderer Bedeutung war dabei die Verordnung über Anwendungsverbote und -beschränkungen von Pflanzenschutzmitteln vom 23.7.1971 (BGB,1971), die am 31.5.1974 (BGB 1974) und zuletzt am 21.3.1986 (BGB,1986) neugefaßt wurde. Besonders betroffen von restriktiven Maßnahmen waren dabei die chlorierten Kohlenwasserstoffe, nicht zuletzt wegen ihrer Persistenz, Akkumulationsfähigkeit und der nachgewiesenen Nebenwirkungen.
Durch das DDT-Gesetz vom 7.8.1972 (BGB,1972) wurde für diesen CKW eine Anwendungsbeschränkung und ein Produktionsverbot durchgesetzt. Mit Ausnahme von Spezialkulturen durfte DDT nur noch in der Forstwirtschaft zur Bekämpfung des Rüsselskäfers Hylobius abietis eingesetzt werden. Zwischenzeitlich kann davon ausgegangen werden, daß DDT nur noch über Emission-Exporte (u.a. Niederschläge, Zugvögel, Einfuhr) in die Bundesrepublik Deutschland gelangt. In dem DDT-Gesetz wurde gleichzeitig die Grundlage für

die Festsetzung von Höchstmengen in tierischen Lebensmitteln und Körperpflegemitteln getroffen. Am 15.11.1973 trat die Verordnung über Höchstmengen an DDT und anderen Pestiziden in oder auf tierischen Lebensmitteln (BGB,1973) in Kraft und am 24.6.1982 (BGB, 1982) wurde die Verordnung über Höchstmengen an Pflanzenschutz- und sonstigen Mitteln sowie anderen Schädlingsbekämpfungsmitteln in oder auf Lebensmitteln und Tabakerzeugnissen erlassen.
Aldrin, Dieldrin, Endrin, HCH-tehhnisch, Heptachlor und Hexachlorbenzol erfuhren durch den Erlaß der zweiten Verordnung zur Änderung der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung vom 21.3.1986 (BGB,1986) ein totales Anwendungsverbot. Für Lindan wurde ein beschränktes Anwendungsverbot erlassen, d.h., daß es nicht mehr in Mühlen, in Mehlsilos und in Vorräten von Getreide und Getreideerzeugnissen angewendet werden durfte.
Bedingt durch diese Maßnahmen zeichnet sich in der Bundesrepublik Deutschland einen Rückgang von Rückständen dieser Pestizide ab. Das zeigen auch die Ergebnisse der Rückstände von Organochlorverbindungen in Frauenmilch z.B. der chemischen Landesuntersuchungsanstalt von Baden-Würtemberg, die in der Tabelle 35 dargestellt sind (nach THIER, 1986).

Tab. 35 : Rückstände von Organochlorverbindungen in Frauenmilch Mittelwerte (mg/kg Fett) in den Jahren 1980-1984 in Baden-Würtemberg (nach THIER, 1986).

Jahr	1980	1981	1982	1983	1984
Zahl der Proben	113	551	763	766	1423
HCB	0,99	0,79	0,70	0,54	0,46
α-HCH	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
ß-HCH	0,20	0,14	0,16	0,11	0,12
Lindan	0,03	0,03	0,05	0,04	0,04
Gesamt-DDT	1,77	1,51	1,20	1,17	1,10
Dieldrin	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Heptachlorepoxid	0,03	n.n.	0,01	0,01	0,01
PCB (Clophen)	3,20	1,41	2,03	2,12	2,13

Für die PCB's trifft das nicht zu. Für sie existiert heute keine Höchstmengenverordnung in der Bundesrepublik Deutschland. Ansätze hierzu kamen bisher nicht über eine Besprechungsvorlage hinaus.

Die während unserer Untersuchung nachgewiesenen Pestizidrückstände in den saarländischen Nahrungsmitteln sind durch sekundäre Kontamination in diese gelangt. Das bedeutet, daß diese Rückstände überwiegend über die Böden, über die Gewässer, durch Verwehungen und Transport über die Atmosphäre, durch kontaminierte Verpackungen (meist für Futtermittel) oder durch unzulässige Behandlungsweise (z.B. kontaminierte Säcke, kontaminierte Lagerräume, oder kontaminierte Transporteinrichtungen) zurückzuführen sind.

Betrachtet man den Zeitraum zwischen dem Jahr des Verbotes des technischen HCH (mit α- und ß-Isomeren) in der Landwirtschaft (1971) und dem Jahr der Probenahme (1985) einerseits und die biologische Halbwertszeit dieses Stoffes in Boden (12-20 Monaten vgl. RUPPRECHT, 1975) anderseits, könnte die illegale Einführung dieses Stoffes in der Bundesrepublik Deutschland auch lange nach dem Anwendungsverbot (ACKER, 1981) das Vorkommen dieses Stoffes, wenn auch in Spuren, in den saarländischen Nahrungsmitteln begründen.

Trotz der regionalen Verbote, die die chlorierten Kohlenwasserstoffe erfahren haben, werden sie jedoch weiterhin in vielen tropischen Ländern von den Herstellern verkauft und dort eingesetzt. Ein Beispiel dafür bietet Kamerun, wo die ganze Palette der von uns untersuchten chlorierten Kohlenwasserstoffe eingesetzt wird (siehe Anhang). In diesem Land gibt es bislang 8 Pflanzenschutzvorschriften (KAMGUENG, 1985) u.a. :

- der Beschluß Nr. 7680 vom 18.11.1955 über die Prüfung der Pflanzengesundheit während der Ein- und Ausfuhr,
- der Beschluß Nr. 122/CAB/PR vom 13.8.1966 über die Regelung

und die Durchführung des obengannanten Beschlusses bei der Einfuhr von pflanzlichen Lebensmitteln,

- das Pflanzenschutzgesetz Nr. 66/9/COR vom 18.11.1966 bezüglich der Schädlingsbekämpfung.

Diese Rechtsvorschriften wurden jedoch nur für den Schutz der Pflanzen, d.h. die Bekämpfung von Schädlingen zum Zwecke der Ernteverbesserung, und nicht für die Gesundheit des Menschen und dessen Umwelt erlassen. Besonders kritisch muß vermerkt werden, daß der in Kamerun immer noch steigenden Nahrungsmittelproduktionen keine ausreichende Umweltschutzgesetzgebung und mangelnde Informationen über die Ökotoxikologie der eingesetzten Wirkstoffe unter tropischen Bedingungen gegenüberstehen. Die Exposition des Menschen ist - im Gegensatz zur Bundesrepublik Deutschland nicht ausreichend untersucht. Darüber hinaus ist es wichtig zu erkennen, daß Kamerun zwischen 1982 und 1984 nach Angaben von „Chambre de Commerce et d'Industrie du Cameroun" einen jährlichen Pestizidverbrauch von ca. 2% des Pestizidsinlandabsatzes der Bundesrepublik Deutschland, die mit 1/4. der produzierten Weltwirkstoffsmenge an 2. Stelle hinter den USA (1/3) liegt, gehabt hatte. Die Bundesrepublik Deutschland verbraucht nur ca.17% ihrer produzierten und importierten Pestizide im eigenen Land. Von kamerunischer Seite werden große Anstrengungen unternommen, um eine bessere Nutzung von Pflanzenschutzmitteln zu erreichen. In diesem Zusammenhang wurde 1983 eine Abteilung für die Pflanzenschutzgesetzgebung im Ministerium für Landwirtschaft gegründet. Diese sollte sich u.a. mit der Bearbeitung und der Durchführung von Pflanzenschutzmittelverordnungen aber auch mit der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln im gesamten Land beschäftigen.

Angesichts umfassender Probleme u.a. :

- Fehlen von Rechtvorschriften bezüglich der Einfuhr, des Verkaufes, der Anwendung und der Lagerung von Pflanzenschutzmitteln,

die seit 1975 existieren sollten (KAMGUENG, 1985).

- Mangel an qualifiziertem Personal für die Durchführung von Rückstandsanalysen,
- mangelhafte Zusammenarbeit mit den Firmen, die die Pestizide in Kamerun verkaufen und/oder benutzen,

konnte diese Abteilung bis jetzt keine befriedigende Arbeit leisten (KAMGUENG, 1985).

Dieser Zustand veranlaßte uns, die Höchstmengenverordnung der Bundesrepublik Deutschland zu verwenden, um die Belastung der kamerunischen Nahrungsmittel zu beurteilen.

Während der Probenahme konnten jedoch nicht genügend Informationen über die Behandlung der Nahrungsmittel erhalten werden, da die Verkäufer nur in seltenen Fällen auch Hersteller der untersuchten Nahrungsmittel waren.

Die Konzentrationen der unterschiedlichen chlorierten Kohlenwasserstoffe, die nachgewiesen wurden, variieren z.T. sehr stark in unterschiedlichen und ähnlichen Nahrungsmitteln. Zum Teil ist das darauf zurückzuführen, daß die meisten Nahrungsmittel von Kleinbauern hergestellt werden und fast nur die staatlichen Gesellschaften in der Lage sind, sich den Kauf von Pestiziden zu leisten.

Die Belastung der kamerunischen Nahrungsmittel ist in erster Linie auf aktive Behandlung von Pflanzen mit Pestiziden, aber auch von Tieren, Häusern, usw. während der Krankheitsvektorkontrolle (u.a. Glossina-Arten, Anopheles) zurückzuführen. Die sekundären Kontaminationswege spielen darüber hinaus eine nicht zu vernachlässigende Rolle. Das gilt besonders für die PCB's.

Für die pflanzlichen Nahrungsmittel war Lindan das am häufigsten auftretende Insektizid, besonders in den Erdnüssen von Garoua (Nord-Kamerun), Bamenda (West-Kamerun) und Yaoundé (Süd-Kamerun), wo die höchste Konzentration im letzten Fall mit 0,900 mg/kg FG nachgewiesen wurde. Die zulässige Höchstmenge nach deutschen

Richtlinien für dieses Nahrungsmittel beträgt 0,1 mg/kg FG. Es gab auch Überschreitung der tolerierten Höchstmenge in Pistazien (0,105 mg/kg FG). Daß Lindan an meisten für die Bekämpfung von Ektoparasiten und Bodenschädlingen im Vorratsschutz eingesetzt wird, könnte eine Erklärung bieten für die höheren Konzentrationen dieses Stoffes in den Erdnüssen und Pistazien sowie in den Bohnen. Auch diese werden während ihrer Lagerung gegen Kornkäfer oder Reismehlkäfer (Tribolium-Arten) mit diesem Insektizid behandelt. Der Reismehlkäfer wurde übrigens in 62,2% 1975/1976 in Reis gefunden, der von Kamerun in die Bundesrepublik Deutschland importiert wurde (nach WOHLGEMUTH und REICHMUTH, 1977).
Für das technische HCH mit den Isomeren α-HCH und ß-HCH lagen die Werte im allgemeinen höher als bei dem γ-HCH (Lindan). Die zulässige Höchstmenge (0,02 mg/kg FG) wurde bei α-HCH in sieben Fällen (0,045 bis 2,10 mg/kg FG) mit der höchsten Konzentration bei den Bohnen überschritten. Höhere Konzentrationen waren auch bei ß-HCH mit drei Überschreitungen der duldbaren Höchstmenge (0,045; 0,065 und 0,235 mg/kg FG) festzustellen.
Wie das Lindan befanden sich die Isomere α- und ß-HCH mit den höchsten Konzentrationen in Bohnen, Erdnüssen und Pistazien, da diese Stoffe - genauso wie das Lindan - im Vorratsschutz angewendet werden. Außerdem könnte die höheren Konzentrationen von α- und ß-HCH auf die Metabolisierung des Lindans in den Böden zurückgeführt werden.
Was das DDT anbelangt, war die zulässige Höchstmenge nicht überschritten, aber die gefundenen Konzentrationen lagen trotzdem an der oberen Grenze. In einer Pistazienprobe lag die Konzentration an der Grenze der zulässigen Höchstmenge (0,05 mg/kg). Es ist festzuhalten, daß im allgemeinen die ganze Palette der DDT-Isomeren in den meisten Fällen nachzuweisen war. Die Konzentrationen der o,p'- und p,p'-DDt waren höher als deren Metabolitsprodukt p,p'-DDE in demselben Nahrungsmittel. Das DDT wurde sowohl

direkt auf den Pflanzen als auch im Gesundheitswesen für die Bekämpfung von Anopheles und Glossina eingesetzt. Über diesen Einsatz reichert es sich auch via Lufttransport (Verwehungen) in Böden und Gewässern an. Deshalb können die Isomere des DDT in vielen unterschiedlichen Nahrungsmitteln (auch Fischproben) auftreten. Das Endrin wurde zwar nur in drei Proben (Tomaten) nachgewiesen, aber in hohen Konzentrationen, wobei die höchste mit 0,245 mg/kg in den Tomaten auftrat. Diese Menge überschreitet also mehr als 24mal die zulässige Höchstmenge nach deutschen Richtlinien. Die Tomaten stammen aus Foumbot (West-Kamerun). Es ist eindeutig, daß diese Tomaten mit Endrin behandelt wurden. Angesichts der Angaben, die wir von Ministerium für Landwirtschaft bekamen, sollte es nur eine Gesellschaft (HEVECAM) in Kamerun geben, die dieses Insektizid benutzte. Der Endrinvorrat war am 30.6.84 bei Hevecam 0 Liter (nach dem Ministerium für Landwirtschaft). 1978/79 sollen von der Gesellschaft nur 85 Liter, 1979/80 nur 162 Liter und 1980/81 nur noch 5 Liter zum Einsatz gebracht worden sein. Hevecam, die eigentlich keine Plantage in Foumbot besitzt, ist für die Heveakulturen in Kamerun verantwortlich und nicht für Tomaten.
Dieses Beispiel zeigt uns, wie schwer es ist für die zuständigen Behörden, die Benutzung der gefährlichen Stoffe zu kontrollieren. Dieldrin wurde trotz verschiedener Formulierungen, mit denen dieses Insektizid verkauft wird, nur in wenigen Fällen angetroffen und wenn, dann in geringen Konzentrationen. Nur in einer Erdnußprobe aus Garoua, wurde die duldbare Höchstmenge erreicht (0,01 mg/kg). Vielleicht könnte die Verwehung dieses Stoffes durch seinen Einsatz während der Tsetsefliegen-Bekämpfung in Adamaoua Hochplateau dafür verantwortlich sein.
Obwohl Aldrin in Kamerun benutzt wird, war es wahrscheinlich wegen seiner Metabolisierungsrate in keiner Probe nachweisbar. Heptachlorepoxid wurde hier nur als Metabolitsprodukt von Hepta-

chlor in niedrigen Konzentrationen gefunden.
In keinem der analysierten Nahrungsmittel war HCB zu finden. Es ist aber schwer, eine Aussage über den Einsatz dieses Fungizids in der Landwirtschaft zu machen, weil wir nicht wissen, wer diesen Wirkstoff in Kamerun benutzt. In allen Angaben, die wir vom Ministerium für Landwirtschaft bekommen haben, konnten wir nicht den Verkauf oder die Anwendung dieses Wirkstoffes feststellen.
Das Endosulfan wurde nur in 2 pflanzlichen Nahrungsmitteln und in niedrigen Konzentrationen nachgewiesen, obwohl dieser Stoff für die Bekämpfung von Tsetsefliegen in Kamerun eingesetzt wird (Müller, 1987). Wahrscheinlich hat die rasche Metabolisierung dieses Pestizids zu diesem Ergebnis geführt.
Die Kontamination der tierischen Nahrungsmittel wird nicht nur durch gezielte Bekämpfungsaktionen (Bekämpfung von Ektoparasiten, Einsatz gegen Tsetsefliegen im Norden von Kamerun, u.a.) hervorgerufen, sondern auch durch importierten Futtermittel, durch den Einsatz von Pestiziden in den in Kamerun vorbereiteten Futtermittel, durch Sickerwasser und Verwehungen die die Flüsse erreichen, oder durch das Fressen von kontaminiertem Gras und Getreide (besonders bei Geflügel). Die am häufigsten auftretenden Insektizide sind die HCH-Isomeren (α, ß und δ) und DDT. Besonders belastete Nahrunusmittel stellen Hühnereier dar. In diesen Nahrungsmitteln wurden folgenden Überschreitungen der zulässigen Höchstmengen nach der deutschen Höchstmengenverordnung gefunden:

- α-HCH : 0,900 mg/kg der benutzten Eimenge
- ß-HCH : 0,145 und 0,300 mg/kg der benutzten Eimenge
- Lindan : 0,200 mg/kg der benutzten Eimenge
- gesmmt-DDT : 0,590; 1,080 und 2,010 mg/kg der benutzten Eimenge.

Es traten sogar Überschreitungen von p,p'-DDT und p,p'-DDE in einigen Eiproben auf.

3 Hühnereier enthielten PCB's (0,01; 0,03 und 0,15 mg/kg). Es ist bedenklich, daß solche Stoffe, die eigentlich bis jetzt fast nur in Nahrungsmitteln von Industrieländern vorkömmen, in Nahrungsmitteln eines Entwicklungslandes nachgewiesen worden sind. Diese Hühnereier stammen aus Douala. Daher wäre es möglich, daß diese Stoffe, die, wie schon im Abschnitt 2.2.2. erwähnt, für Zwecke verwendet wurden (Lackindustrie, Kunststoffindustrie, usw.), die auch in Douala zu finden sind, durch Verdampfung in der Atmosphäre gelangen und dadurch Kontaminationen in der Umwelt verursachen. Bis jetzt gibt es keine Höchstmengenverordnung für die PCB's in der Bundesrepublik Deutschland, außer eines Anwendungsverbots in offenen Systemen (als Weichmacher für Kunststoffe, Lacke, Anstriche, Farben, u.a.) seit 1973 nach Empfehlung des Rates der OECD (vgl. ACKER, 1981). Nach Angaben von ACKER liegt die zulässige Höchstmenge in den USA seit 1979 in den Eiern bei 0,3 mg/kg. Die WHO empfehlt eine tägliche Zufuhr von höchstens 0,3 mg/Tag für die PCB's.
Während dieser Diskussion haben wir mehrfahh von der Bekämpfung von Tsetsefliegen in Kamerun gesprochen. Um den täglichen Beitrag in der Belastung, den diese Kontrolle in die Biozönose bis hin in die Nahrungskette durch die in verschiedenen Konzentrationen eingesetzten Wirkstoffe u.a. DDT, Dieldrin, Endosulfan, Deltamethrine und Cypermethrine verursacht, zu schätzen, werden wir einen Vergleich zwischen den von uns untersuchten Hühnereiern, die aus dem Südwesten von Kamerun (Douala, Limbé, Tiko und Buea) stammen, mit denen aus dem Adamaoua-Hochplateau, wo die Tsetsefliege-Kontrolle seit fast 10 Jahren stattfinden (Tab. 36). Dieser Vergleich, der nur aus einigen im Adamaoua eingesetzten Wirkstoffen beruht, könnte für jedes Nahrungsmittel oder auf irgendwelcher tropischen Ebene der in Kamerun vorhandenen Elemente der Biozönose gemacht werden.

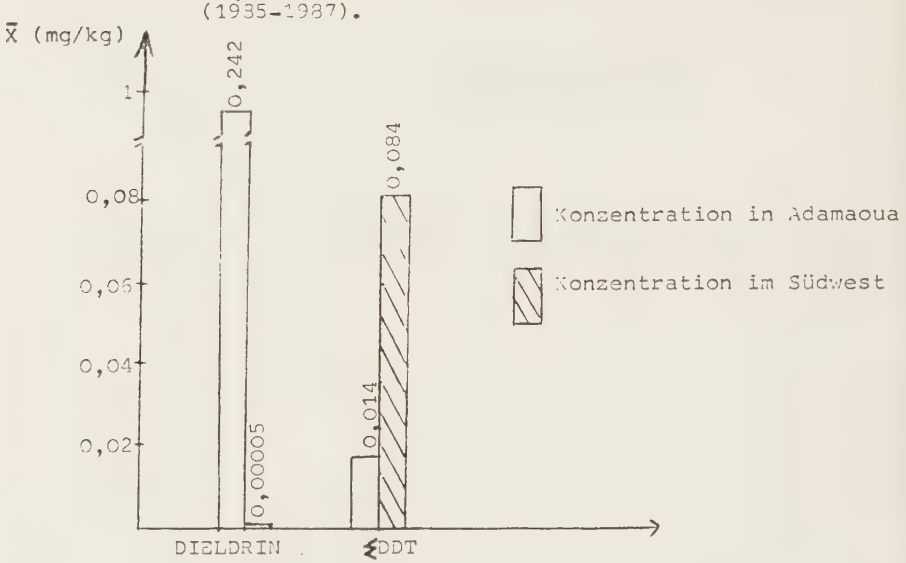
werden.

Tab. 36: Vergleich von Hühnereierbelastung mit Dieldrin, DDT und Endosulfan zwischen Gebieten mit und ohne Tsetsefliegen-Bekämpfung. $\bar{X}$-Werte (mg/kg) (aus Müller, 1987 und eigenen Analysen).

Gebieten	n	Dieldrin	≤DDT	Endosulfan
Minim	8	0,072	n.n.	n.n.
Mayo Dankali	4	5,50	0,595	n.n.
Mandourou	4	4,242	n.n.	n.n.
Gautere	3	0,185	0,007	n.n.
Djaktaou	5	0,148	n.n.	n.n.
Mayo Kui	4	0,082	n.n.	n.n.
Ngaoundere	7	0,040	0,009	n.n.
Ngaoundere, Gebiete I	4	0,094	n.n.	n.n.
Mbakaou	4	0,040	0,007	n.n.
Douala	23	0,0009	0,041	n.n.
Tiko	1	n.n.	2,010	n.n.
Buea	1	n.n.	0,011	n.n.
Limbe	4	n.n.	0,383	n.n.

n.n. = nicht nachweisbar

Abb. 17: Vergleich von Hühnereibelastungen mit Dieldrin und ∑DDT zwischen Adamaoua und südwesten Kameruns (1985-1987).



Aus der Tabelle 36 ist zu entnehmen, daß Dieldrin öfter und in höheren Mengen in den Hühnereiern von Adamaoua als in denen vom südwesten Kameruns vorkommt. Obwohl DDT auch einen häufigen Einsatz in Adamaoua erfährt, sind die dort nachgewiesenen Konzentrationen niedriger als in den Eiproben aus dem Südwesten, wo dieses Insektizid für die Kontrolle von Malaria (also gegen Anopheles) und andere Krankheitsvektoren eingesetzt wird. Was Endosulfan angeht, ist keine Akkumulation nachgewiesen worden, da der Abbau dieses Stoffes sehr schnell abläuft und es auch teilweise unverändert von Warmblütern ausgeschieden wird. Deshalb vertrat MÜLLER 1987 die Auffassung, daß dieses Insektizid zur Zeit das beste für die Kontrolle der Tsetsefliege darstellt. Ergänzende Untersuchungen in Zimbabwe bestätigen diese Auffassung (Vgl. MÜLLER 1987 und Tab. 37).

Tab. 37: DDT- und Endosulfanrückstandskonzentrationen in Hühnereiern von Zimbabwe (Kudzwe; mg/kg) (nach MÜLLER, 1987).

Nr.	DDT	Endosulfan
268	3,80	n.n.
264	2,35	n.n.
258	2,50	n.n.
274	1,35	n.n.
236	7,55	n.n.
270	3,50	n.n.
260	3,90	n.n.
238	20,00	n.n.
234	1,25	n.n.
242	12,50	n.n.
224	2,70	n.n.
220	6,95	n.n.
244	25,50	n.n.
226	6,00	n.n.
272	5,50	n.n.
222	8,60	n.n.
262	2,20	n.n.
240	6,55	n.n.
266	18,00	n.n.
230	2,00	n.n.
276	3,05	n.n.
228	7,10	n.n.

$n = 22$ $\quad \bar{x} = 6,95$

$\tilde{x} = 4,7$

Um eine Übersicht über die Exposition des Menschen zu haben, zeigen wir in der nachfolgenden Tabelle die Rückstandskonzentrationen einiger Pestizide in Frauenmilch von Zimbabwe (MÜLLER, 1987) auch vgl. Rückstandswerte in Frauenmilch von Baden-Württemberg (Kap. V).

Tab. 38 : Rückstandskonzentrationen von einigen Pestiziden in Milch von 46 Frauen (mg/kg Lipidgewicht) aus Zimbabwe, 1986 (nach Müller, 1987).

	$\bar{X}$	Min.	Max.	PHmV
α-HCH	0,11	n.n.	0,90	0,1
ß-HCH	0,77	n.n.	4,20	0,05
Lindan	0,02	n.n.	0,10	0,2
∑DDT	35,10	3,45	81,5	1,0
Endosulfan	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Der im Laufe dieser Studie gemachte Vergleich wurde zwischen zwei Ländern unterschiedlicher Klimazonen durchgeführt. Tropische Umweltbedingungen, mit ihrer höheren Luftfeuchtigkeit, begünstigen zahlreiche Enzym-Prozesse. Schädlinge und Krankheitserreger, ebenso aber auch die Pestizide verhalten sich häufig völlig anders in den tropischen Klimaregionen. Bei vielen Schädlingen kommt es zu einem gleichzeitigen Auftreten aller Entwicklungsstadien (Eier, Larven, Puppen und Adulten).
Organische Pestizide werden oftmals abgebaut. Niedrigere Halbwertszeiten können die Folge sein. Bei höheren Temperaturen kommt es zu einer schnellen Verdämpfung flüssiger Formulierungen. Bedingt durch die hohen Niederschläge, kommt es zu einer stärkeren Abwaschung und Verdünnung der Pestizide.
Die unterschiedlichen Klimabedingungen begründen unterschiedli-

che Bodenarten. Diese erfordern unterschiedliche Anbaumethoden. Verzehrsgewohnheiten, Hauptnahrungsmittel und die tägliche Kalorieaufmahme sind in den Tropen unterschiedlich zu den in den gemäßigten Regionen.
Angesichts dieser Faktorenunterschiede (Klimafaktoren, Anbaumethoden und Verzehrsgewohnheiten), die für die Festsetzung der zulässigen Höchstmengen von Pestiziden zu berücksichtigen sind, können die für die Bundesrepublik geltenden zulässigen Höchstmengen in Kamerun ohne zusätzliche Überprüfung nicht bedenkenlos übernommen werden. Eine Ausnahme gilt jedoch für die Rückstandswerte von Exportprodukten. Deshalb ist ein Höchstmengenvergleich zulässig zwischen Kamerun und der Bundesrepublik Deutschland. Von besonderer Bedeutung für die weitere Entwicklung der Pflanzenschutzmittel-Einsätze in den afrikanischen Ländern könnten auch mögliche Regelungen im Rahmen der Lomé-Abkommen getroffen werden.
Zwischen den Staaten in Afiika, im Karabischen Raum und im Pazifischen Ozean (AKP-Staaten) einerseits und der Europäischen Gemeinschaft (EWG) anderseits, wurden drei Lomé-Abkommen (am 28.02.75, am 31.10.79 und am 8.12.84) unterzeichnet. Ziele dieser Zusammenarbeit sind die Förderung und die Beschleunigung der wirtschaftlichen, kulturellen und sozialen Entwicklung der AKP-Staaten, aber auch der Ausbau und die Diversifizierung der Beziehung zwischen beiden Vertragsparteien.
Im Rahmen der wirtschaftlichen Entwicklung der AKP-Staaten wurden Leitlinien für die landwirtschaftliche Zusammenarbeit und Ernährungssicherheit im 3. Abkommen eingeführt, deren Ziele im Artikel 26 dieses Abkommens formuliert wurden. Die wichtigsten für unsere Arbeit werden hier aufgeführt.

- Erhöhung der Ernährungssicherheit auf einzelstaatlicher, regionaler und interregionaler Ebene:
- Verbesserung der Produktivität der ländlichen Tätigkeiten, insbesondere durch den Transfer geeigneter Technologien und

durch rationale Nutzung der pflanzlichen und tierischen Ressourcen:

- Verringerung der Verluste nach Einholung der Ernte;
- Gewährleistung eines ausgewogeneren Verhältnisses zwischen landwirtschaftlicher Erzeugung für den Eigenbedarf und Erzeugung für die Ausfuhr;
- Schutz der natürlichen Umwelt durch spezifische Maßnahmen zur Bekämpfung der Dürre und der Wüstenbildung.

Für die Verwicklichung mancher obengenannter Ziele sind Maßnahmen bereits getroffen worden oder zu treffen sind, nähmlich:

- Verbesserung und Modernisierung der Anbaumethoden mit Rücksicht auf die ökologischen Bedingungen und die Bodenarten des betreffenden Landes, sowie bessere Nutzung der Produktionsfaktoren:
- Verbesserung der Tierzucht:
- Maßnahmen für das Aufhalten der Degradation der Böden und Wälder, die Restauration des naturnahen Gleichgewichtes, usw. für die Bekämpfung der Dürre und der Wüstenbildung:
- Bekämpfung von Pflanzenschädlingen und Krankheitsvektoren, um die Ernteverluste zu vermindern.

Von allen diesen lobenswerten Maßnahmen, sind die letzten am wichtigsten für uns. Im Laufe dieser Arbeit haben wir schon auf die Probleme aufmerksam gemacht, die während der Bekämpfung von Schädlingen und Krankheitsvektoren aus welchen Gründen auch immer auftauchen könnten. Sie werden mit der Erhöhung der bis jetzt eingesetzten Wirkstoffsmengen eng geknüpft sein, wenn tatsächliche Maßnahmen für eine bessere Pestizidanwendung und Höchstmengenverordnung über Schadstoffe nicht künftig von den betroffenen Ländern ergriffen werden.

Im Rahmen der handelspolitischen Zusammenarbeit ist die Förderung des Handels - sowohl zwischen den AKP-Staaten und der Gemeinschaft unter Berücksichtigung des jeweiligen Entwicklungsstands als auch zwischen den AKP-Staaten untereinander - das Ziel,

das in den drei Lomé-Abkommen steht. Es sollten Vergünstigungen des Warenverkehrs der AKP-Staaten mit der Gemeinschaft für die Entstehung eines besseren Gleichgewichtes der Vertragsparteien bewilligt werden.
Es steht im Artikel 131 Absatz 1 des 3. Abkommens folgendes „Die Gemeinschaft wendet bei der Einfuhr von Ursprungswaren der AKP-Staaten keine mengenmässigen Beschränkungen oder Maßnahmen gleicher Wirkung an." Weiterhin steht im Artikel 132 Absatz 1 desselben Abkommens u.a., daß Artikel 131 steht Einfuhr-, Ausfuhr- und Durchfuhrverboten oder -beschränkungen nicht entgegen die aus Gründen der öffentlichen Sittlichkeit, Ordnung und Sicherheit, zum Schutz der Gesundheit und des Lebens von Menschen, Tieren und Pflanzen gerechfertigt sind. Das bedeutet, daß Exportgüter der AKP-Staaten, deren Pestizidrückstandswerte höher als die in den Gemeinschaftsstaaten eingestuften zulässigen Höchstmnngen liegen, können nicht in diesen Staaten eingeführt werden.
Durch die hier genannten Ziele der Lome-Abkommen sollten die Initiativen der Gemeinschaftsstaaten gelobt werden, da sie durch technische und finanzielle Unterstützung die Ernteproduktion von vielen Ländern erhöhen können, die diesen die Möglichkeit gäbe, nicht mehr von der Nahrungsmittelhilfe der Industrienationen abhängig zu sein, und sogar konkurrenzfähig in den regionalen Märkten zu werden.
Aber wie könnte die Gemeinschaft einerseits durch Hilfe und Rat die AKP-Staaten unterstützen wollen und anderseits durch ihre Firmen, die mehr auf Profit angewiesen sind, einige Pestizide mengenmässig an diese Länder verkaufen, obwohl ihre Anwendung und sogar ihre Produktion in den meisten Staaten - wenn nicht in allen - der Gemeinschaft und in den USA verboten sind.
Durch solche Mechanismen könnte das Handelsgleichgewicht beider Vertragsparteien nie erreicht werden, es sei denn, daß die Re-

gierungen der betroffenen Ländern mehr Rücksicht auf die Umweltpolitik nehmen. Die Ernährungssicherheit ihrer Bevölkerung sollte nur mit vernünftigen Pestizideinsätzen erfolgen. Nur so können viele Krankheitsprobleme beseitigt werden. Im folgenden Kapitel wird der Versuch gemacht, einige Empfehlungen für die Republik Kamerun zu geben.

4 ALLGEMEINE BETRACHTUNGEN ZUM PESTIZIDEINSATZ IN DEN TROPEN

Zur Bekämpfung von Schädlingen und Pflanzenkrankheitserregern gibt es mehrere Methoden. Einige davon können gleichzeitig für viele Schadorganismen eingesetzt werden; die meisten wirken jedoch nur gegen eine bestimmte Organismengruppe. Die Verwendung der jeweiligen Methode bzw. einer Kombination von Methoden hängt von Faktoren ab, die die Entwicklungsstadien der Pflanze beeinflussen. Der ausschlaggebende Faktor für die Wahl einer bestimmten Methode ist die Entdeckung des Krankheitserregers oder des Schädlings und die Kenntnis ihrer Lebensart unter den am Ort herrschenden ökologischen Bedingungen. Folgende Faktoren können auch für die Bestimmung einer Methode berücksichtigt werden :

- die Anwesenheit anderer Krankheitserreger,
- die in der Region angewandten Anbaumethoden,
- die in der Region herrschenden Klimabedingungen.

Die chemischen Methoden werden bevorzugt, weil sie häufig wirkungsvoller als die anderen sind. Wie schon eingangs erwähnt muß für den Hungernden der Dritten Welt etwas getan werden. Die durch Schädlingen verursachten Ernteverluste, die fast 50% betragen, gilt es zu vermindern. Die bisher erfolgreichste Methode für diese Verminderung ist die Pestizidapplikation. Diese zieht jedoch viele Probleme nach sich, vor allem gesundheitliche für den Menschen und ökologische für die Umwelt.
Für eine bessere Pestizidanwendung müssen folgende Parameter berücksichtigt werden:

- Dosierung, Formulierung, Zeit und Häufigkeit der Applikation,
- Qualität der Applikation,

- Warenkennzeichnung und Verpackung
- Klima- und Ökosystembedingungen .

- Dosierung, Formulierung, Zeit und Häufigkeit der Applikation.

Die Wirkstoffsdosis und die unterschiedlichen Formulierungen verschiedener Firmen, unter denen ein Wirkstoff eingesetzt wird, spielen eine entscheidende Rolle für die Giftigkeit einer Chemikalie. Daraus leitet sich ein Applikation-Minimierungsgebot ab. Ein Wirkstoff kann in flüssiger Form, gasförmig oder als Pulver eingesetzt werden.
Eine Applikation muß an eine bestimmte Zeit-Periode gebunden sein, wobei im allgemeinen die Trockenzeit die günstigte Periode ist. Die Empfindlichkeit einer Pflanze gegen einen Schädlingsbefall hängt von ihren Entwicklungsstadien ab. Daher sollten die Pestizidapplikationen entsprechend den jeweiligen Stadien verteilt werden. Eine mehrmalige Benutzung eines Pestizids an derselben Stelle sollte möglichst vermieden werden, weil dies zu Persistenz- und Resistenzerscheinungen führen kann.

-Qualität der Applikation

Der Boden ist der Lebensraum vieler pflanzenschädlinge und Pflanzenkrankheitserreger. Deshalb wird es vorgeschlagen vor dem Säen die Böden, soweit es möglich ist, von ihren schadorganismen zu befreien (HILL und WALTER, 1982). Um bessere Ergebnisse bei der Applikation von Sterilanzien zu erzielen, sollte der Boden locker, leicht feucht und nicht sehr kalt sein.
Vor dem Säen von Nutzpflanzen soll ein Test in behandelten Böden durgeführt werden, indem man empfindliche Samen, die schnell wachsen können, in unterschiedlichen Abständen anpflanzt. So

könnte man mit einiger Sicherheit den Erfolg der Methode einschätzen (vgl. Carbofuran-Untersuchungen in den USA).
Schädlinge, die aus dem Samen selbst stammen können und diejenigen, die aus dem Boden kommen umd die gepflanzten Samen befallen, sollen auch bekämpft werden. Nur kleine Pestizidmenge werden zum Erfolg dieser Bekämpfungsmethode benötigt.
Für den Einsatz gegen Pflanzen- und Ernteschädlinge werden größere Pestizidmengen gebraucht. Als Pulver sollen Pestizide nur wenn die Pflanzen naß sind und bei schwachem Wind eingesetzt werden. Die besten Ergebnisse bei flüssigen oder gasförmigen Formulierungen werden in geschlossenen Räumen oder bei längerer Expositionszeit erzielt.

- Warenkennzeichnung

Um den Benutzer von einer Kontamination durch mangelnde Informationen zu bewahren, soll das Etikett einer Pestizidverpackung sorgfältig beschriftet sein. Es soll folgende Angaben enthalten :

- den Pestizidname (der international annerkante Name und der in Kamerun übliche Name),
- Angaben über den verwendeten aktiven Stoff und die für die Formulierung addierten Stoffe,
- gegen welche Schadorganismen und für welches pflanzliche Material das Pestizid bestimmt ist,
- Gebrauchsanweisung des Pestizids mit der Dosierung, der Applikationsmethode, usw.,
- die Toxizität des Stoffes durch die von der WHO vorgeschlagene Klassifizierung (Tab. 39 u. 40),
- Warnungen über die Gefahren, die durch einen Mißbrauch des Produktes entstehen können,
- Schutzmaßnahmen, die zu treffen sind für eine ungefährliche

Tab. 39 : Pestizidklassifizierung nach ihrer Toxizität (WHO) in mg/kg Körpergewicht.

	LD_{50}-Wert für Ratte			
	Oral		Dermal	
Klasse	Fest[1]	Flüssig[1]	Fest	Flüssi
Ia- extrem toxisch	⩾5	⩾20	⩾10	⩾ 40
Ib- hohe Toxizität	5-50	20-200	10-100	40-400
II- mittlere Toxizität	50-500	200-2000	100-1000	400-400
III- geringe Toxizität	>500	>2000	> 1000	> 4000

(1) Fest u. flüssig bedeuten den physichen Zustand des Produkts oder der klassifizierten Formulierung.

Tab. 40 : Die annähernde Pestiziddosis, die den Tod einer 70 kg schweren Person verursachen kann.

Klasse	Annähernde notwendige Dosis
Ia-Ib extrem bis hoch toxisch	1 Teelöffel (0,5ml)
II mittlere Toxizität	0,5-30ml
III gering toxisch	30-500ml

Benutzung des Stoffes, aber auch wie man sich verhalten muß nach einer Berührung mit einem Produkt aus dem Klassen Ia und Ib von der WHO- Klassifizierung,

- Anweisungen über transport und Lagerung des Pestizids,
- die erforderliche Wartezeit bevor ein Mensch oder ein Tier ein mit Pestizid behandeltes Feld betreten darf.

Für eine sinnvolle Benutzung eines Pestizids sollten die zuständigen Behörden alle Verkaufstellen registrieren und die Kenntnisse der Verkäufer über die angebotenen Pestizide überprüfen, da die Verkäufer eine beratende Funktion für die Analphabeten haben können. Etikett und Beschriftung müssen wasserfest sein.

- Verpackung

Viele Länder bevorzügen kleine statt große Behälter, obwohl diese wirtschaftlich gesehen nicht rentabel sind. Kleine Behälter können zur Verringerung der Umweltkontamination beitragen:

- sie können Pestizidmengen enthalten, die nur für eine einmalige Anwendung und für bestimmte Fläche ausreichen,
- größere Behälter zwingen den Benutzer Messungen und Umrechnungen zu machen, wenn das Pestizid in kleinere Gefäße umgefüllt werden soll,
- leere Gefäße dienen manchmal als Wassergefäße (für Koch-, Wasch- oder Trinkwasser). Kleine Gefäße eignet sich schlecht dafür, da sie nur kleine Wassermengen enthalten können.

Ein Pestizidbehälter muß sauber und trocken vor der Einfüllung, sowie wetterfest sein. Nach dem Gebrauch sollen die Behälter so schnell wie möglich bei den Verkaufstellen deponieren. Die Wiederbenutzung dieser Behälter sollte nur stattfinden, wenn sie alle die Normen eines neu hergestellten Behälter erfüllen.

- Klima- und Ökosystembedingungen.

Bevor ein Pestizid neu in Kamerun eingesetzt wird, sollte eine unabhängige und ökologisch qualifizierte Institution sowohl die Qualität, d.h. die Wirkung dieser Substanz auf entsprechenden Schadorganismen, als auch die Toxizität des Pestizids auf die anderen Mitglieder des Ökosystems.Es darf hier betont werden, daß es Pestizideinführen in Kamerun gibt, die den Zuständigen Behörden völlig unbekannt bleiben oder die als Fälschungen auf dem Markt kommen (KAMGUENG, 1985). Die in Kamerun herrschenden Klima- und daher Ökosystembedingungen sind so unterschiedlich von denen der Industrienationen, daß sie unbedingt vor einer Pestizidapplikation analysiert werden müssen. Allein durch Temperaturänderung kann die Toxizität eines Stoffes variieren. Als Beispiel dafür kann der Verlauf der LD_{50}-Werte von Endosulfan und Deltamethrin für Tsetsefliegen in Tab. 41 verfolgt werden.

Tab. 41 : LD_{50}-Werte von Deltamethrin und Endosulfan für Tsetsefliegen der Art Glossina Morsitans (MÜLLER, 1987).

Temperatur °C	Deltamethrin (D)	Tech. Endosulfan (E)	Faktor E/D
5	0,0046	7,95	1630
10	0,0082	5,98	729
12	0,0103	5,33	517
15	0,0146	4,49	308
19	0,023	3,57	155
20	0,026	3,37	130
22	0,033	3,01	91
25	0,046	2,53	55
30	0,082	1,90	23

Wenn ein Land auf die chemische Bekämpfung von Schadorganismen nicht verzichten kann, soll dieses Land auch entsprechende Maßnahmen ergreifen, damit die Gesundheit der Bürger und der Umwelt erhalten bleibt. Deshalb müssen die Einfuhrkontrolle verschärft werden, rechtliche Maßnahmen für die Kontrolle der örtlichen Formulierungen, den Verkauf und die Anwendung von Pestiziden müssen getroffen werden, und eine Höchstmengenverordnung in oder auf Lebensmitteln geschafft werden.
Um die hier vorgeschlagenen Maßnahmen zu verwicklichen, müssen Laboratorien eingerichtet werden, die nicht nur die Kontrolle der Pestizidqualität, sondern auch die Bestimmung von Schadstoffsrückständen sowohl in Nahrungsmitteln als auch in Böden und Gewässern durchführen werden.

Anderen Methoden können für die Bekämpfung von Schadorganismen eingesetzt werden, allerdings nur soweit sie denselben Erfolg wie die Pestizide erzeugen. Es handelt sich um folgende Methoden:

- physikalische Methoden mit niedrigeren und höheren Temperaturen, die nicht tödlich für die Schädlinge sind, sondern zur Verminderung ihrer Metabolismusgeschwindigkeit und damit ihrer Vermehrung dienen,
- biologische Methoden mit dem Einsatz der natürlichen Feinde von Schadorganismen, z.B. Vögel (Hühner u.a.) fressen Insekten, einige Hymenopterefamilien befallen die Eier, Larven, Puppen und Adulten anderer Familien, Bakterienpräparate (Bacillus thuringinsis und B. popilliae) können jeweils gegen Raupen oder Larven von Käfern eingesetzt werden. Es könnte auch die Sterilisation von Männchen z.B. von Glossina-Arten mit radioaktiven Bestrahlungen stattfinden.
- integriertes Pest-Management, das die biologischen und chemischen Methoden gleichzeitig berücksichtigt. Es gibt Insekten (z.B. Coccidae), die besser durch Parasiten als durch Pestizide kontrolliert werden. Baumstämmen werden mit Pestizid für die

Vernichtung von Adulteninsekten besprüht, während die Blätter und die Sprosse für die Arbeit der natürlichen Schädlingsfeinde erlassen werden.

4. ZUSAMMENFASSUNG

Dem immer noch steigenden Bevölkerungswachstum der afrikanischen Länder muß in den kommenden Jahren eine weitere Steigerung der Ernteproduktion entgegenstehen werden. Nur durch diese Erhöhung, durch die Erhöhung der bisherigen Anbaufläche und die Modernisierung der Anbaumethoden werden Hungerkatastrophen zu verhindern sein. Diese Entwicklung wird zu eien weitere Verschärfung der ökologischen Probleme führen - ob man es will oder nicht. Deshalb gilt es die negativen Folgen auf die naturnahen Ökosysteme zu minimieren.

Die Arbeit hatte zum Ziel die Rückstandssituation persistenter Kohlenwasserstoffe in Nahrungsmitteln von Kamerun mit Hilfe Analysebefunden, und diese mit Konzentrationen von chlorierten Kohlenwasserstoffen in Nahrungsmitteln saarländischer Wochenmärkten zu vergleichen. Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

- von den aus Kamerun untersuchten Nahrungsmitteln gab es zwei ohne nachweisbare Rückstände (Kaffee und Knoblauch),
- eine Überschreitung der zulässigen Höchstmengen wurde für Lindan, Endrin, α- und ß-HCH in einigen pflanzlichen Nahrungsmitteln (Erdnüsse, Tomaten, Pistazien und Bohnen), sowie für Dieldrin, ∑DDT, Lindan, α- und ß-HCH in mehreren Hühnereiern nach deutschen Richtlinien festgestellt,
- obwohl Heptachlor und Aldrin in Kamerun eingesetzt werden, wurden sie jedoch wegen ihrer raschen Metabolisierung nicht nachgewiesen,
- HCB wurde nur in Hühnereiern und im Nachweisgrenzbereich gefunden,
- Endosulfan wurde nur in zwei Proben nachgewiesen,
- drei Proben aus Douala enthielten die PCB´s,
- die Nahrungsmittel tierischer Herkunft außer Hühnereiern

enthielten nur niedrige Konzentrationen von Pestizidrückständen,

- Lindan wurde das am häufigsten nachgewiesene Insektizid, sowohl in pflanzlichen als auch in tierischen Nahrungsmitteln,
- Bohnen, Pistazien, Erdnüsse, Tomaten und vor allem Hühnereier waren wegen häufiger und mengenmässiger Pestizidapplikationen gegen Schädlinge und Krankheitsvektoren (Anopheles, Culex, Tsetsefliegen, u.a.) die kamerunischen Nahrungsmittel mit häufig höheren Wirkstoffskonzentrationen,
- wegen Anwendungsverbote und -beschränkungen über die von uns analysierten chlorierten Kohlenwasserstoffe in der Bundesrepublik Deutschland waren die nachgewiesenen Konzentrationen dieser Wirkstoffe in den saarländischen Nahrungsmitteln sehr niedrig.

Die erhaltenen Ergebnisse wurden als Grundlage für Empfehlung für die Anwendungen von Pestiziden in Kamerun verwandt. Von entscheidender Bedeutung wird dabei die Entwicklung eindeutiger Handlungsweisungen sein. Dazu gehört ein flächendeckendes Überwachungsnetz für Pflanzenschutzmittel (Biomonitoring) mit Einrichtung von Laboratorien, ebenso wie die rechtliche Festlegung von Grenzwerten für Rückstände in Nahrungsmitteln und Untersuchungen über die Wirkungen von Stoffen in tropischen Ökosystemen. Dabei müssen wir beachten, daß die in der Natur vorkommenden Individuen einer Biozönose gegenüber einem Komplex von Stoffgemischen stehen, so daß die einzelnen Stoffe unterschiedliche Wirkungsarten entfalten (additive, synergitische und antagonistische Wirkungen) (MÜLLER, 1987). Daher ist es notwendig, für die Festlegung von Höchstmengen in Nahrungsmitteln den ADI-Wert zu betrachten. Wegen unterschiedlicher Verzehrgewohnheiten sowie Klima- und Ökosystembedingungen sollten die Höchstmengen, die in der Bundesrepublik Deutschland gelten, nicht bedenkenlos für kamerunische Nahrungsmittel angewendet werden, es sei denn, daß

wir mit Exportgütern oder mit einem Vergleich zu tun haben. Rückstände sind nur eine Bewertungsgrundlage. Viele Wirkungen lassen sich nicht durch Rückstände allein beschreiben. Die einschließliche Betrachtung von Rückständen kann leicht dazu führen, daß wir die persistenten Mittel gegen toxikologisch wesentlich bedenklichere Substanzen mit hoher Wirksamkeit eintauschen. Die Applikation von Chemikalien bereitet zweifellos viele Probleme dem Menschen und seiner Umwelt, aber viel katastrophaler sind die schlechten Anbaumethoden und die Savannenbrände in den Ländern der Dritten Welt (z.B. Desertifikationsprobleme in der Sahelzone), sowie die verschiedenen Substanzgruppen, vor allem in Industrieländern, die zum Untergang der Biosphäre führen (z.B. Reaktorkatastrophen und Atombombentests mit Freisetzung von Radionukliden, Ozonabbaupotential der Fluorchlorkohlenwasserstoffe, u.a.).

ANHANG 1

Firmen und Gesellschaften, die die im Laufe dieser Arbeit untersuchten Kohlenwasserstoffe (als aktive Substanz) in Kamerun verkaufen oder benutzen, und die jeweiligen Kulturpflanzen, wo sie eingesetzt werden (nach Angaben von „Service de la Législation Phytosanitaire", 1985).

FIRMA	Handelsname	Aktive Substanz	Einsatzgebiet (Kulturpflanzen und andere)
SEPCAE	Endosulfan	350 g/Liter Endosulfan	Rohzucker
RHONE POULENC	Gammophele 160 + 320	Lindan 160 + 320	Kakaobaum
	Linda	Lindan 200	Kakaobaum
	Lindafor	Lindan 800	Kakaobaum + Erdnüsse
	Lindafor 90 PM	Lindan 900	Boden
	Lindapoudre T 5	Lindan 5%	Boden
	Lindapoudre 0,75	Lindan 0,75%	Vorraten
	Lasiofog	Lindan + DDT 120	Desinfektion
	Thiodemul 225	DDT-Malathion 250 + 75%	Öffentliche Gesundheit
	Naftilo	Lindan + Carbaryl 12 + 75%	Öffentliche Gesundheit

	Lasiofog 125	Lindan + DDT 125	Öffentliche Gesundheit
CIBA-GEIGY	Ultracide Ulvair Combi 500	Methidathion + DDT	Baumwolle
	Nuvacron Ulvair Combi 400/40 EC	Monocrotophos + DDT	Baumwolle
	Curacron Ulvair Combi 400	Profenofos + DDT	Baumwolle
HEVECAM	Syneca HCH 50	HCH	Kochbananen
	Actidrine	Dieldrin	KKochbananen
	Endrin CE 20 Drifene	Endrin Endosulfan + Parathion-Ethyl	Kochbananen
MIDEVIV	HCH	Lindan	Tomaten, Erdnüsse, Mais
	Thioral	25% Heptachlor	Samen
SHELL	Aldrex	Aldrin	Saatgut, Boden
	Dieldrex und Ensodil	Dieldrin	Saatgut, Boden
	Endosulfan	Endosulfan	Kaffeebaum
	Lindan	Lindan	Kakaobaum, Ananas, Palmbaum
SODENKAM	HCH	10% Phosphorithial + 50% HCH	Saatgut
	Synexa	50% HCH	Saatgut
	Thymul 35 CE	350 g/l Endosulfan	Saatgut

SODECOTON	Nuvacron A 400	150 + 250 g/l Monocrotophos + DDT	Baumwolle
	Azodrin	Monocrophos + DDT 150 + 250g/l	Baumwolle
	Ultracide Combi 500	Methidathion + DDT 150 + 250g/l	Baumwolle
SODERIM	Gammoran Rot B	Lindan + Hg	Reissamen
	Hexafor	HCH	Bananenbaum
	Thimul F 35	Endosulfan	Reis
SOCAPALM	HCH	HCH	Palmbaum, Kokobaum
	Lindan	Lindan	Palmbaum, Kokobaum
ROUSSEL UCLAF	Gammoran Rot B	28,6% Endosulfan + 20% Anthraquinone, 11,4% Lindan	Alle Pflanzen
	Gammaran L	1,5% Hg-Salz 20% Lindan	Alle Kulturpflanzen
	Thioral L	25% TMTD + Heptachlor	Getreide

ANHANG 2

Übersicht von den analysierten Nahrungsmitteln und deren Ankaufs- und Herkunftsorten.

Kamerunische Nahrungsmittel

Material	Nummer[1]	Ankaufsstelle	Herkunftsort
Makabo	1	Yaoundé	?[2]
	2	Douala	Njombé
	3	Limbé	Muyuka
	4	Limbé	Bamenda
	5	Douala	Penja
Maniok	1	Douala	Edéa
	2	Douala	Douala
	3	Limbé	Limbé
	4	Douala	Douala
	5	Yaoundé	?
Taro	1	Limbé	Limbé
	2	Limbé	Bamenda
Weißkohl	1	Douala	Foumbot
Zwiebel	1	Douala	Garoua
Bohnen	1	Douala	Banso
	2	Doula	?
	3	Limbé	Limbé
	4	Limbé	?
Tomaten	1	Douala	Foumbot
	2	Douala	Foumbot
	3	Limbé	Foumban
	4	Douala	?
	5	Douala	?

(1) = die im Laufe dieser Arbeit benutzten Nummern.

(2) = Herkunftsort ist unbekannt.

Paprikas	1	Douala	Foumbot
	2	Douala	Foumban
Gurke	1	Douala	Foumbot
Avocado	1	Limbé	Foumbot
	2	Douala	Douala
Ananas	1	Douala	Loum
Kaffee robusta	1	Douala (ONCPB)	?
Kaffee arabica	2	Douala (ONCPB)	?
Kakao	1	Douala (ONCPB)	?
Palmnüsse	1	Douala	?
	2	Douala	Douala
Erdnüsse	1	Douala	Garoua
	2	Douala	Bafoussam
	3	Yaoundé	?
	4	Limbé	Garoua
	5	Limbé	Bamenda
	6	Douala	Songloulou
	7	Douala	?
	8	Douala	Nkondjock
	9	Yaoundé	Garoua
	10	Yaoundé	Yaoundé
Pistazien	1	Yaoundé	?
	2	Douala	?
	3	Douala	?
	4	Douala	Yabassi
Kochbananen	1	Yaoundé	?
Knoblauch	1	Douala	Garoua
Palmöl	1	Limbé	Limbé
Mais	1	Douala	Douala
	2	Douala	Edéa
Kartoffel	1	Douala	Dschang
Möhren	1	Douala	Foumbot

Reis	1	Yaoundé	?
	2	Douala	?
Rindfleisch	1	Douala	Douala
	2	Limbé	Limbé
	3	Limbé	Limbé
Rinderleber	1	Douala	Douala
	2	Limbé	Limbé
	3	Limbé	Limbé
Schweinefleisch	1	Douala	Douala
	2	Douala	Douala
Fische	1	Douala	Douala
	2	Limbé	Limbé
	3	Limbé	Limbé
	4	Douala	Douala
Hühnereier	1	Douala	Douala
	2	dto	dto
	3	"	"
	4	"	"
	5	"	"
	6	"	"
	7	"	"
	8	"	"
	9	"	"
	10	"	"
	12	"	"
	13	"	"
	14	"	"
	15	"	"
	16	"	"
	17	"	"
	18	"	"
	19	"	"

Hühnereier	20	Douala	Douala
	21	"	"
	22	"	"
	23	"	"
	1	Limbé	Limbé
	2	"	"
	3	"	"
	4	"	"
	5	"	Buéa
	6	"	Tiko
Kuhmilch	1	Douala	Douala
	2	Douala	Douala

Saarländische Nahrungsmittel

Material	Nummer	Ankaufsstelle	Herkunftsort
Möhren	1	Saarbrücken	Ormesheim
	2	dto	Blittersdorf
	3	dto	dto
	4	Saarlouis	Wallerfangen
	5	dto	Beaumarais
Kartoffel	1	Saarlouis	Lisdorf
	2	dto	Liesdorf
	3	Saarbrücken	Ormesheim
	4	Dudweiler	Wallerfangen
Zwiebel	1	Saarlouis	Saarlouis
	2	dto	Liesdorf
Knoblauch	1	Saarlouis	Liesdorf
Bohnen	1	Dudweiler	Dudweiler
	2	dto	dto

Tomaten	1	Saarbrücken	Blittersdorf
	2	dto	dto
	3	Saarlouis	Liesdorf
	4	dto	dto
	5	dto	Beaumarais
	6	dto	dto
Paprikas	1	Saarbrücken	Blittersdorf
	2	dto	Ormesheim
	3	Saarlouis	Wallerfangen
Gurken	1	Saarlouis	Saarlouis
	2	dto	Liesdorf
Weißkohl	1	Dudweiler	Blittersdorf
	2	Saarlouis	Liesdorf
	3	Saarbrücken	Ormesheim
	4	Saarlouis	Beaumarais
	5	dto	Wallerfangen
Möhren	1	Saarbrücken	Blittersdorf
	2	Saarlouis	Liesdorf
Hühnereier	1	Dudweiler	Landstuhl
	2	Saarbrücken	Illingen
	3	dto	Dillingen
	4	dto	dto
Fische (Forelle)	1	Saarbrücken	?
(Schellfisch)	2	dto	Nordsee
Rindfleisch	1	Saarbrücken	Minkenberg
	2	Dudweiler	Saalstadt
Schweinefleisch	1	dto	dto

LITERATURVERZEICHNIS

ACKER, L. (1980): Chemisch-toxikologische Aspekte in Lebensmitteln. Ernährungsbericht: 17-18 u. 22-28.

ACKER, L. (1981): Zur Kontamination der Frauenmilch mit chlororganischen Verbindungen. Geburtshilfe und Frauenheilkunde. Ergebnisse der Forschung für die Praxis 41, 382.

ACKER, L. (1981): Die Rückstandssituation in der Bundesrepublik Deutschland - Versuch einer Bestandsaufnahme. Lebensmittelchemie und gerechtl. Chemie 35: 1-20.

AKP-EWG (1976): 1. Abkommen. AKP-EWG-Ministerrat, Brüssel.

AKP-EWG (1980): 2.Abkommen. AKP-EWG-Ministerrat, Brüssel.

AKP-EWG (1985): 3.Abkommen. AKP-EWG-Ministerrat, Brüssel.

BALK, M. und KOEMAN, J.H. (1984): Future Hazards from Pesticide Use - With special reference to West Afrika und Southeast Asia. IUCN, Commission on Ecology Papers 6.

BALLSCHMITER, K. und ZELL, M. (1980): Analysis of Polychlorinated Biphenyls (PCB) by Glass Capillary Gas Chromatography. Fresenius Zeitschrift für analytische Chemie 302: 20-31.

BARTHEL, E. (1980): Pestizide und bronchopulmonale Erkrankungen: Eine Epidemiologie- und Lungenfunktionsstudie bei Personen mit professionneller Pestizid-Langzeitexposition in der Landwirtschaft. Dissertation, Göttingen.

BAUER, S. (1979): Untersuchungen über Rückstandsbildung und Konzentrationsverhältnisse von Hexachlorbenzol im Blut und in verschiedenen Geweben von schlachtbaren Nutztieren. Dissertation, München.

BECK, H. (1974): Mitteilungen aus dem Bundesgesundheitsamt Nr.18, vom September 1974: 269-275.

BECK-Texte (1981): Umweltrecht 2.Auflage. Deutscher Taschenbuch Verlag (dtv), Nördlingen.

BECKER, G. (1979): Eine Multimethode zur gleizeitigen Erfassung von 75 Pflanzenbehandlungsmitteln auf pflanzlichem Material. Dt. Lebensmittel-Rundschau 75, 5: 148-152.

Berichte über Landwirtschaft (1985): Pflanzenschutzmittel und Boden. 198. Sonderheft, Verlag Paul Parey-Hamburg und Berlin.

BROCKMANN, N. (1979): Beitrag zur Risikoabschätzung antibiotisch wirksamer Rückstände im Hühnerei für die menschliche Gesundheit. Dissertation, Hannover.

BÜCHEL, K.H. (1977): Pflanzenschutz und Schädlingsbekämpfung. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.

BÜCHEL, K.H. (1983): Die Zukunft der Chemie in der Landwirtschaft. Ber. über Landwirtschaft 61: 382-399.

BGB (1971),Nr. 73: 1161-1163.

BGB (1972) Nr. 32: 1385-1387.

BGB (1974) Teil I: 1204-1210.

BGB (1982) Nr. 22: 745-783.

BGB (1986) Nr. 12:363-367.
und Nr. 49: 1505-1519.

CAMERON, R.S. (1981): Toward insect pest management in southern pine seed orchards with emphasis on the biology of Tetyra bipunctata (Hem. Pentatomidae) and the pheromone of Dioryctria clarioralis. Dissertation, Freiburg.

CHAMBRE DE COMMERCE ET D'INDUSTRIE DU CAMEROUN (1985): Principales importations du Cameroun 1982-1984, Yaounde.

Congrès sur la lutte contre les insectes en milieu tropical (1979): Les résidus dans l'alimentation. Marseille, 13-16 mars 1979: 839-858.

CONTARDI, V., CAPELLI, R., ZANICCHI, G. und DRAGO, M. (1983): Chromatographic Separation of Chlorinated Hydrocarbons Using Columns of Silica Gel of Varying Degrees of Porosity and Activation.
Analyst, April 1983, Vol. 108: 510-514.

DETERMAN, H. (1967): Gelchromatographie.
Springler Verlag, 1967.

DFG (1974): Rückstandsanalytik von Pflanzenschutzmitteln: Mitteilung VI der Kommission für Pflanzenbehandlungs- und Vorratsschutzmittel.

DFG (1976): Kommission zur Prüfung von Rückständen in Lebensmitteln: Aufgaben und Aktivitäten.

DFG (1983): Hexachlorcyclohexan als Schadstoff in Lebensmitteln.

DFG Mitteilung III (1977): Bewertung von Rückständen in Geflügel und Eiern.

DFG Mitteilung VII (1978): Rückstände in Fischen.

DFG Mitteilung XII (1984): Rückstände und Verunreinigungen in Frauenmilch.

DFG Mitteilung 1 bis 8 (1985): Organochlor- und Organophosphorverbindungen sowie stickstoffhaltige und andere Pflanzenschutzmittel. Lieferung 1985: 19-1 bis 19-12.

EISELE, W. (1972): Über Rückstände von chlorierten Kohlenwasserstoffen beim freilebenden Wild. Dissertation, vet. med., München.

ELZNER, J. (1973): Zu der Analytik hydrophiler Metaboliten des Pflanzenschutzmittels Endosulfan und ihrer Ausscheidung bei Warmblüttern (Ratten). Dissertation, Mainz.

ERNST, W. (1967): Der Stoffwechsel von Pestiziden in Säugentieren. Residue Reviews 18: 131.

FALKNER, R. und SIMONIS, W. (1982): PCB im Lebensraum Wasser (Aufnahme und Anreicherung durch Organismen-Probleme der Weitergabe in der Nahrungspyramide). Ergebnisse der Limnologie, Stuttgart, 1982, Heft 7.

FEY, R. et al (1984): Untersuchung von Lebensmitteln und sonstigen Produkten auf Rückstände von Pflanzenschutzmitteln.
Jahresbericht des Chemischen Untersuchungsamtes für das Saarland.

FAO (1975): Report of the Ad hoc government consultation on pesticides in agriculture and public health. Rome 7-11 april 1975: 4-19.

FAO (1977): Insecticides and application equipment for tsetse control. Animal Production and Health Paper, 3: 1-6, Rome.

FAO (1978): Crops calendars. Plant Production Paper, 12: 13-17, Rome, 1978.

FAO (1979): Guidelines for integrated control of rice insect pests. Plant Production Paper, 14, Rome 1979.

FAO (1981): Food Balance Sheets, 1979-81. Average VIII-XIV.

FREHSE, H. (1976): Chemie der Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel. Band II: Analytische, toxikologische und gesetzliche Fragen. Springler Verlag.

FRIEGE, H. und Nagel, R. (1982): Umweltgift PCB. Bund und Umwelt für Naturschutz Deutschland e.V., Freiburg.

FUCHSBICHLER, G. (1979): Der Einsatz der automatischen Gelchromatographie zur Reinigung von Pestizidextrakten. Landwirtschaftliche Forschung 32, 3: 341-346.

GTZ (1978): Rückstandsprobleme im Pflanzenschutz in der Dritten Welt. GTZ (ed).

GOEDICKE, H.-J., BEITZ, H. und SEEFELD, F. (1983): Zur Rückstandssituation von DDT, Lindan und Metaboliten in Getreidekörnern nach Ablösung von DDT-Präparaten. Nahrung 27: 599-605.

HAHNE, K.-H. (1985): Untersuchungen über Vorkommen und Eintragswege persistenter chlorierter Kohlenwasserstoffe. Dissertation, Kiel.

HASSALL, K.A. (1982): The Chemistry of Pesticides. Their Metabolism, Mode of Action and Uses in Crop Protection. Verlag Chemie Weinheim - Deerfield Beach, Florida - Basel.

HEINS, H.H. (1981): Pflanzenproduktion und Umweltschutzrecht: Rechtsvorschriften für die Landwirtschaft in die Bundesrepublik Deutschland und den Europäischen Gemeinschaften. Dissertation, Göttingen.

HILL, D.S. und WALTER, J.M. (1982): Pests and diseases of tropical crops. Vol. 1: Principles and Methods of control.

KALTWASSER, E. (1975): Über die Analytik und Abbaugeschwindigkeit von bestimmten Pestiziden in oder auf pflanzlichen Lebensmitteln. Dissertation, Gießen.

KAMGUENG, C. (1985): Reglementation "Pesticides" : Etude et Propositions pour le Cameroun. Memoire, Montpellier.

KAMPE, W. und ANDRE, W. (1980): Schwermetalle, Nitrat und Chlorkohlenwasserstoffe in Vegetabilien des wöchentlichen Gesamtverzehrs.
Ernährungsumschau 27, 11: 356-364.

KUBITZ, H. (1982): Untersuchungen zur Kontamination von Frauenmilch mit Rückständen chlorierter Kohlenwasserstoffe unter besonder Berücksichtigung der Kontaminationskinetik. Dissertation, München.

LEMEE, G. (1967): Précis de Biogéographie.
Masson et Cie., Paris, 1967.

LITTLEWOOD, A.B. (1970): Gaschromatography. London.

MAIER-BODE, H. (1965): Pflanzenschutzmittelrückstände.
Ulmer Verlag, Stuttgart, 1965.

MESTRES, R., ESPINOZA, CL., CHEVALIER, CH. und MARTI, G. (1979): Notes sur l'analyse des residus de decamethrine.
Travaux de la Société de Pharmacie de Montpellier, 39, Fasc.4: 329-336.

MINAGRI du CAMEROUN (1982): Lutte phytosanitaire sur cacaoyers et caféiers (campagne 1980-81).
Service de la Statistique Agricole, Yaoundé.

MINAGRI du CAMEROUN (1985): Pesticides vendus au Cameroun.
Notes du Service de la Legislation Phytosanitaire, Yaoundé.

MÜLLER et al. (1986): Zur Rückstandssituation in Tieren der Bundesrepublik Deutschland, Saarbrücken.

MÜLLER, P., NAGEL, P. und FLACKE, W. (1980): Incidences d'une Application de Dieldrin sur les Ecosystèmes dans le cadre de la Lutte anti Tsetse sur les Hauts-Plateaux de l'Adamaoua au Cameroun. Saarbrücken, 1980.

MÜLLER, P. (1980): Biogeographie. UTB, Stuttgart.

MÜLLER, P. (1987): Ecological Sides Effects of Dieldrin, Endosulfan, Delthametrin and Cypermethrin Application against Tsetse Flies in Adamaoua, Cameroon. Saarbrücken.

NEUMAIER, T. (1982): Weniger Agrarchemie in die Dritte Welt : Entwicklung und Zusammenarbeit.

ODUM, P.E. (1980): Grundlagen der Ökologie (Band I). Georg Thieme Verlag, Stuttgart.

OHLINGER, V. (1982): Gaschromatographische Rückstandsuntersuchungen auf Hexachlorcyclohexan (HCH) bei Rindern sowie deren Fleisch und Fleischerzeugnissen. Dissertation, Gießen.

PETER, G. (1985): Untersuchungen zur Belastungs-Beanspruchungs-Beziehung beim beruflichen Umgang mit Pestiziden in der Landwirtschaft. Dissertation, Greifswald.

PETRITSCHEK-SCHILLINGER, A. (1967): Zulässige Fremdstoffe und Zusatzstoffe für Lebensmittel in der Bundesrepublik Deutschland. München.

PIAR, M. und AHEL, M. (1978): Separation of polychlorinated biphenyls from DDT and its analogues on a miniature Silicia Gel column. Chromatogra. 150: 119-127.

RUPPRECHT, W. (1975): Vergleichende Betrachtung von in Rechtsvorschriften festgelegten Höchsmengen verschiedener Pestizide in oder auf Lebensmitteln tierischer Herkunft aus verschiedenen europäischen und außereuropäischen Ländern. Dissertation, München.

ROSIVAL, L., SZOKOLAY, A. und UHNAK, J. (1980): Ökotoxikologische Studien über chlorierte Pestizide. Nahrung 24, 359.

SANDMEYER, U. (1981): Schnelle Untersuchung von Milch auf chlorierte Kohlenwasserstoffe mittels automatischer Gelchromatographie. Dt. Lebensmittel-Umschau, 77,5: 175-178.

SCHMID, M.(1977): Untersuchungen über die Rückstandsbildung von Hexachlorbenzol im Hühnerei. Dissertation, München.

SCHUSTER, K.P. (1980): Untersuchung der Biotransformation des Pestizids Hexachlorbenzol. Dissertation, München.

SEMG (Scientific Environmental Monitoring Group (1987)): Regional Tsetse and Trypanosomias Control Programm (Malawi, Mozambique, Zambia and Zimbabwe). Special Report.

STEIN, T. (1984): Untersuchungen über Pestizidkonzentrationen in der Muttermilch in verschiedenen Süddeutschen Gemeinden. Dissertation, München.

STURM ,H.J. (1980): Rückstandsuntersuchungen auf chlorierte Kohlenwasserstoffe an freilebenden Säugetieren im Hinblick auf ihre Indikatorfunktion für Umweltbelastung. Dissertation, München.

STUBERT, W. und SWARZ, J.M.(1977): Gaschromatographische Bestimmung von Pestiziden in Lebensmitteln: Organochlor- und Organophosphorverbindungen. G.I.T. Fachz. Lab. 21: 670 u. 672.

THIER (1986) in: Mitteilung der Chemischen Landesuntersuchungsanstalt von Baden-Würtemberg.

THIER, H.-P. und FREHSE, H. (1986): Analytische Chemie für die Praxis: Rückstandsanalytik von Pflanzenschutzmitteln. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.

TIETZ, H.(1881): Übersicht über Hontaminationswege für Pflanzehschutz- und Vorratsschutzmittel in Getreide. DFG.

United Nations Publications (1983): Formulation of Pesticides in Developing Countries. UNIDO, New-York.

WACKENDORFF-NEUMANN (1982): Nebenwirkungen von Herbizide und praxisüblichen Pflanzenschutzmittel-Kombinationen auf Schad- und Nutzarthropoden im Zückerrübenbau. Dissertation, München.

WEISCHET, W.: Die ökologische Benachteiligung der Tropen. B. G. Teubner, Stuttgart 1977.

WELER, G. (1977): Vergleichende Untersuchungen über den Rückstandsgehalt von chlorierten Kohlenwasserstoff-Pestiziden in verschiedenen menschlichen Organen. Dissertation, Hohenheim.

WESTPHAL, E. et al. (1985): Cultures vivrières tropicales avec référence au Cameroun. Wageningen.

LEBENSLAUF

MAMERT FLORENT LOE
geboren am 16.03.56 in Edéa (Kamerun)

1960-1968	Besuch der Grundschule ("Ecole Primaire") in Douala
1968-1976	Besuch des Gymnasiums (College) Sacré-Coeur de Makak
1976	Erlangung der Abitur (Baccalauréat "série D")
1976-1981	Studium an der Universität von Kamerun in Yaoundé mit Schwerpunkt Geologie, Biologie und Chemie
1981	Maîtrise in Geologie
Oktober 1981-Februar 1982	Tätigkeit im Ministerium von Bergbau und Energie in Kamerun
Februar 1982	Ankunft in Deutschland(Saarland)
1982-1983	Deutsche Sprachunterricht an der Universität des Saarlandes
ab 1983	Studium an der Universität des Saarlandes mit Schwerpunkt Biogeographie, Physikalische Gèographie und Geologie
1983-1984	Aufbaustudium in Biogeographie
ab 1985	Annahme der vorliegenden Arbeit bei Prof. Dr. Paul Müller (Institut für Biogeographie in Saarbrücken)
Oktober 1987	Zulassung zum Promrtionsverfahren an der philosophischen Fakultät der Universität des Saarlandes